



Adapting to climate change: Strategies for Brazilian agricultural and livestock systems



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES

MINISTÉRIO DAS
RELAÇÕES EXTERIORES



President of Brazil

Jair Messias Bolsonaro

Minister of Agriculture, Livestock and Food Supply

Tereza Cristina Corrêa da Costa Dias

Executive Secretary

Marcos Montes Cordeiro

Secretary for Innovation, Rural Development and Irrigation

Fernando Silveira Camargo

Deputy Secretary for Innovation, Rural Development and Irrigation

Cleber Oliveira Soares

Director for Sustainable Production and Irrigation

Mariane Crespolini dos Santos

General Coordinator for Climate Change, Forestry and Conservation Agriculture

Fabiana Villa Alves

Ministry of Agriculture Livestock and Food Supply

Adapting to climate change: Strategies for Brazilian agricultural and livestock systems

MAPA'S Mission

To promote the sustainable
development of agriculture
and livestock

Brasília
MAPA
2021

Ministry of Agriculture. Livestock and Food Supply

All rights reserved. Reproduction of this material is permitted, provided the source is acknowledged.

The authors that produced each article in this publication are fully responsible for text copyrights, article ideology, and images. The MAPA fosters research on this topic and the dissemination of the research outcomes to clarify concepts, perspectives, and strategies, in order to contribute to the demands of the national productive sector.

1st Edition. Year

2021 Print run: 1.000

Technical team

Coordenação: Eleneide Doff Sotta, Elvison Nunes Ramos, Fernanda Garcia Sampaio, William Goulart da Silva, Juliana Bragança Campos, Kátia Marzall, Sidney Almeida Filgueira de Medeiros.

Editors

Eleneide Doff Sotta, Fernanda Garcia Sampaio, Kátia Marzall e William Goulart da Silva

Cover Photo

José Mário Lobo Ferreira

Scientific reviewers

Chapter 1 – Dra. Patrícia Menezes Santos

Chapter 2 – Dr. Giampaolo Queiroz Pellegrino

Chapter 3 – Dr. Bráulio Ferreira de Souza Dias

Chapter 4 – Dra. Lucimar Santiago de Abreu

Cataloging in Source

International Cataloging-in-Publication (CIP) data Cataloging
at Source National Library of Agriculture - BINAGRI

Brazil. Ministry of Agriculture. Livestock, and Food Supply
Adapting to climate change: Strategies for Brazilian agricultural
and livestock systems / Eleneide Doff Sotta, Fernanda Garcia Sampaio,
Kátia Marzall, William Goulart da Silva (organizers). - Brasília:
MAPA / SENAR. 2020.

187 p. : il. color.

ISBN 978-65-86803-39-6

1. Sustainable Agriculture. 2.. Climate Change 3. Climate Adaptation. I. Regulatory
Secretariat. 3. Legislation. 4. Well-being.
I. National Secretariat for Innovation. Rural Development and Irrigation.

AGRIS P01
A01

Kelly Lemos da Silva CRB1-1880



ACKNOLEGMENTS

We would like to acknowledge the support received from the project 'Brazil Sustainable Production in Areas Previously Converted to Agricultural Use Project (ABC Cerrado Project)' funded by the Forest Investment Program (FIP/SCF/CIF) towards the World Bank. We also acknowledge the support received from the project 'Supporting the Implementation of the Koroniwia Joint Work on Agriculture Roadmap' funded by the Federal Ministry of Food and Agriculture of Germany.

PREFACE

Adapting to climate change demands sectoral initiatives as sectoral initiatives for adaptation to climate change are part of an established of an established national institutional arrangement. There are numerous public and private institutions directing their efforts to achieve the commitments made to Brazilian and international society in favor of sustainable development, and a history of initiatives contributing to efforts to tackle climate change.

The National Policy on Climate Change (NPCC) was instituted in 2009 by Law no. 12,187 and regulated by Decree 7,390/2010, formalizing Brazil's voluntary commitment to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) to greenhouse gas emissions. According to the law, the objectives achieved by the NPCC must be in aligned with sustainable development, aiming at economic growth, the eradication of poverty and the reduction of social inequalities.

As part of the PNMC, in 2010, the Sectorial Low Carbon Emission Agriculture Plan - Plano ABC was developed. The purpose of the plan is to organize and propose actions to adopt sustainable production technologies, chosen to respond to the country's GHG emission reduction commitments in the agricultural sector. Above all, however, it aims to encourage, motivate, and support the agricultural sector in its implementation of actions that strengthen the resilience of agroecosystems, thus increasing adaptive capacity to climate change.

Agriculture has developed a strong capacity for adaptation, due to the historical displacement of humanity to new areas and new climatic characteristics, in addition to the climatic variability to which it is exposed. Therefore, numerous data has been collected by various institutions and people on issues related to the agricultural sectors and their adaptation to climate variability in Brazil. More specifically, regarding climate change, what is observed is that research, instruments, programs, initiatives have a wide range of different approaches and strategies.

This study is a fundamental step in the task of understanding this wide range of approaches being developed in Brazil and setting the guidelines and essential details of the Program for Adapting Brazilian agricultural systems to climate change, within the scope of the revision of the ABC Plan and its next cycle of implementation.

We would like to thank all the collaborators and institutions that contributed to this strategy, and wish them a fruitful read ahead!

Tereza Cristina

Minister of Agriculture, Livestock and Food Supply



TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION	14
DOMESTIC AND INTERNATIONAL GOVERNANCE: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN FOSTERING ACTIONS FOR THE STRUCTURAL ADAPTATION OF THE BRAZILIAN AGRICULTURAL SECTOR	20
1. USE OF GENETIC RESOURCES	24
Collection, conservation, improvement, and recommendations on using genetic resources aiming at climate change	26
Forages for the Semiarid Region: a strategy to ensure the food security of herds in the Brazilian Semiarid Region	32
Intercropping grasses and legumes for pasture diversification and sustainable intensification of livestock in the Amazon	34
Ruminant hologenome - characterization of the population of microorganisms in ruminants' digestive tract and their impact on the host's functional genome performance, product quality and environmental impact	36
BRS Paiaguas is more drought resistant than other brachiaria	38
Integrating systems to increase food security for herds in the Caatinga biome	40
Technological adjustments for forage production systems that ensure the sustainability of herds in the Brazilian semiarid region	42
Impact of climate change on physiological, productive performance and forage quality of the <i>Panicum maximum</i> cv Mombaça grass	44
Increasing the productive efficiency of crops in the context of climate change	46
Genetic improvement of eucalyptus for the development of plants with multiple uses of wood and populations with potential to overcome possible adversities caused by climate change	48
Coffee trees in the context of global climate change	50
Technological advances to cope with water deficit stress in soy crops	52
Development of potato germplasm that is more adaptable to climate change	54
Impact of climate change on water stress in bean crops cultivated during the wet season	56
Implications for Upland Rice Improvement Program Due to Climate Change in Central Brazil	58
Impacts of global climate change on phytosanitary problems	60
Research Center of Genomics Applied to Climate Change	62

2. INFRASTRUCTURE, PRODUCTION TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT 64

Infrastructure strategy, production technologies and agricultural equipment for adaptation of Brazilian agriculture to climate change	66
Recovering gullies in rural areas	70
No-tillage for reforming degraded pastures in the Amazon	72
Evaluation of conservation management on the adaptive capacity of agricultural production systems in the state of Rio de Janeiro	74
Conservation and adaptive management of native pastures	76
Combating climate change with social technologies applied to agricultural systems in the semiarid region of Bahia	78
Biochar as a soil conditioner in agricultural systems in the Cerrado	80
Cover crops and green manures for adapting agriculture to climate change and reducing the emission of Greenhouse Gases in the Cerrado	82
Soil carbon in integrated agricultural production systems in the Cerrado – Amazon transition area	84
Water cisterns: a strategy to capture rainwater and reduce climate vulnerability in the Brazilian Semiarid Region	86
Underground dams: contributing to climate change resilience of family-based agroecosystems in the semiarid region of northeastern Brazil	88
Technological alternatives for harvesting rainwater to increase food production and income through including annual and energy crops in family agroecological farms	90
Decision support system for the adaptation and coexistence of extensive livestock farming to the dynamics of floods and droughts in the Pantanal in facing climate change	92
Sustainability Indicators in Agroecosystems (ISA)	94
Future agricultural scenarios for pastures in Brazil	96
Compilation and retrieval of technical-scientific information and prompting knowledge in an agile manner in the AgroHidro Network – CRITIC@	98
Agroecological Zoning (ZAEs)	100
Agricultural Climate Risk Zoning (ZARC)	102
Infrared thermography to diagnose bioclimatic conditions in livestock systems in the Amazon biome	104

3. USE AND CONSERVATION OF BIODIVERSITY 106

Biodiversity use and conservation strategy to adapt Brazilian agriculture to climate change	108
Technological completion of native and exotic fruits for production systems in the Cerrado	112
Characterization and use of germplasm and genetic improvement of passion fruit (<i>Passiflora</i> spp.) aided by molecular markers	114

Biodiversity for food and nutrition	116
Increasing native seed and seedling tolerance aiming at greater climate change resilience in the Caatinga biome	118
Ecophysiology of native Caatinga plants at Embrapa –Semiárido	120
ARAUCAMATE – Study of the potential distribution of araucaria trees and yerba mate for a genetic use and conservation program	122
Climate change and the mismatch between pollinators and agricultural crops: the case of passion fruit and <i>Xylocopa frontalis</i> and <i>Xylocopa grisescens</i> carpenter bees	124
Northern and Northeastern Fruit Pollination Research Network	126
Impact of climate change on Brazilian agricultural crop pollinators	128
Selection of plant growth promoting bacteria for traditional food crops in the semiarid environment	130
The Plants for the Future Initiative: native species of Brazilian flora with current or potential economic value	132
Agroecological Cassava: a viable alternative in the Semiarid	134
4. INTEGRATED LANDSCAPE MANAGEMENT	136
Human actions in the context of climate change risk: transition processes in the rural landscape	138
Agroforestry systems: combining production and conservation in public policies in the state of São Paulo	144
Participatory knowledge building in biodiverse and resilient agricultural systems	146
Diversified systems and food security in the southwestern Amazon: a social response to the global crisis	148
Impact of agroforestry management on nutrient dynamics and soil invertebrate macrofauna in a transitional area in northern Piauí	150
Sustainable and intensive multifunctional agroecosystem designs	152
Rota do Cordeiro Program: initiative to strengthen livestock production in strategic sheep farming territories	154
Butiazais Route: Connecting People for the Conservation and Sustainable Use of Biodiversity	156
Redesign of the CBL (Caatinga Buffel Leguminous) sustainable animal production system	158
Atlantic Forest Eco market Network	160
Adaptations by riverside lowland and Paleovárzea forest producers in the Amazon in the context of climate change	162
STRATEGIES FOR ADAPTATION OF BRAZILIAN AGRICULTURAL SYSTEMS TO CLIMATE CHANGE	164
ANNEX - CONTINUATION OF REFERENCES	168



ACRONYMS

ACQ	Slash and Burn Agriculture Areas
APA	Environmental Protection Area
APA	Alternative Producers Association
ATER	Technical Assistance and Rural Extension
BAG	Active Germplasm Bank
BFN	Biodiversity Project for Food and Nutrition
C	Carbon
CAPES	Coordination for the Improvement of Higher Education
CBDR	Common but Differentiated Responsibilities
CBL	Caatinga Buffel Leguminosa
DMI	Dry Matter Intake
CNA	National Confederation of Agriculture
CNPq	National Council for Scientific and Technological Development CO Carbon Monoxide
CO ₂	Carbon Dioxide/Carbon Gas
CONSEA	National Council for Food and Nutrition Security
COP	Conference of the Parties
TOC	Total Organic Carbon
EMATER	Technical Assistance and Rural Extension Company
EMBRAPA	Brazilian Agricultural Research Corporation
FACEs	Free-Air CO ₂ Enrichment
FAO	United Nations Food and Agriculture Organization

BNF	Biological Nitrogen Fixation
CCRC	Center for Research in Genomics Applied to Climate Change
GHG	Greenhouse Gases
GST	Global Assessment Process
ha	Hectare
IBGE	Brazilian Institute of Geography and Statistics
IDSM	Mamirauá Sustainable Development Institute
ICL	Integrated- Crop-Livestock
ICLF	Integrated-Crop-Livestock-Forest
INPA	National Institute of Amazon Research
IPBES	Intergovernmental Platform for Science and Policy on Biodiversity and Ecosystem Services
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISA	Agroecosystem Sustainability Indicators
ISNA	Water Needs Satisfaction Index
MAPA	Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply MATOPIBA Maranhão, Tocantins, Piauí and Bahia
GCM	Global Climate Models
MCTI	Ministry of Science, Technology, and Innovations
MDS	Ministry of Social Development
MMA	Ministry of the Environment
SOM	Soil Organic Matter
N	Nitrogen

N ₂ O	Nitrous Oxide
NDC	Nationally Designated Contributions
SDG	Sustainable Development Goals
GMO	Genetically Modified Organisms
UN	United Nations
PAA	Food Purchase Program
PAIS	Integrated and Sustainable Agroecological Production
PECUS	Project Dynamics of Greenhouse Gases in Brazilian Agricultural Production Systems
PGPMBio	Minimum Price Guarantee Policy for Socio-biodiversity Products
PLANAPO	National Agroecology and Organic Production Plan
ABC Plan	Sectoral Plan for Mitigation and Adaptation to Climate Change for the Consolidation of a Low Carbon Economy in Agriculture
PNA	National Plan for Adapting to Climate Change
PNAE	National School Feeding Program
PNAM	National Food and Nutrition Policy
NPCC	National Policy on Climate Change
PROAGRO	Agricultural Activity Guarantee Program
PRONA	National Program for Strengthening Family Agriculture
PSR	Subsidy Program for the Rural Insurance Premium
RCP	Representative Trajectories of Concentration Scenarios
SABIIA	Open and Integrated Agricultural Information System
AFSs	Agroforestry Systems

IS	Integrated System
SisGen	National System of Management of Genetic Heritage and Associated Traditional Knowledge
t	Ton
T-FACEs	Temperature-Free-Air CO ₂ Enrichment
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
PU	Production Units
ZAEs	Agroecological Zoning
ZARC	Climate Risk Agricultural Zoning

INTRODUCTION

This publication is part of the Sectorial Plan for Mitigation and Adaptation to Climate Change for the Consolidation of a Low Carbon Economy in Agriculture - ABC Plan. The ABC Plan aims to organize and propose actions for the adoption of sustainable production technologies, selected with the objective of increasing productivity and economic profitability, as well as the resilience and adaptive capacity of national agricultural systems.

With the adoption of “ABC technologies”, the expectation is that Brazil will increase food production, contributing to food security, in a sustainable manner, without the need to increase the area dedicated to agricultural activity. At the same time, efforts are being made to ensure that production systems are more resilient to climate change and more efficient in controlling greenhouse gas (GHG) emissions associated with agricultural activities. However, methods and approaches are still being developed to assess what defines resilience of agroecosystems, the needs and adaptation capacities, their co-benefits, as well as the dimension of the socioeconomic impacts of climate change in the agricultural sector.

Adaptation to climate change refers to changes in processes, practices, and structures to mitigate possible damage caused by climate change, or to take advantage of the opportunities associated with such changes (UN, 2020). Adaptation in agricultural systems has become a central element in climate policies and research (BERRANG-FORD et al., 2015). as they are the most comprehensive systems in the occupation of land use on the planet (ANANDHI, 2017). According to FAO (2017), adaptation in the agricultural sector consists of changes in elements of natural systems and agricultural production, as well as in socio-economic, institutional, or public policy instruments, which are developed as a response to and in preparation for climate change and current and expected climatic variability. Adaptation in the agricultural sector also includes its impacts, with the objective of preventing or mitigating harmful effects, focusing on exploring the beneficial opportunities.

According to LOBELL et al. (2008), adaptive capacity is a key factor that defines the future severity of climate change impacts on food production. Therefore, the development of adaptation strategies to counteract the impacts of climate change is globally (IPCC, 2014) and nationally (WALTHALL et al., 2012) evident. However, adaptation strategies are still often presented as shopping list format, with options for people to choose from a range of alternative practices, policies and/or technologies without deeper considerations on broader or systemic outcomes (THOMSEN et al., 2012). PRESTON (2015) states that conceptual models, tools, and methods developed by researchers have not yet evolved sufficiently to compose guidelines on how to adapt to climate change. Although many studies use one or more approaches and/or levels of adaptation as a basis, most of these studies do not generate a methodology that develops quantitative values for the pre-selected adaptation strategy, and are commonly measured only according to biophysical variables (ANANDHI, 2017).

On the other hand, adaptation efforts should fundamentally contribute to building paths towards sustainable food production and food security for all (FAO, 2017). The same FAO report highlights that the Paris Agreement establishes adaptation to climate change as one of its key objectives. It advocates for the need to improve adaptive capacity, strengthen resilience, and reduce vulnerability to climate change.

Adapting to climate change: Strategies for Brazilian agricultural and livestock systems aiming towards sustainable development. To reduce vulnerability and increase resilience and adaptive capacity to climate change, decisions by researchers, farmers, and family farmers delivering a series of agricultural and non-agricultural adaptation strategies, which vary significantly between the various groups of farmers.

Given this context, this publication aims to identify methods and approaches that are being adopted to assess the resilience and adaptive capacity of Brazilian agricultural systems, including social, economic, and environmental benefits resulting from the strategies adopted by these systems.

To this end, researchers and research groups were identified, as well as eventual technical groups, who work on the topic and who received a consultation script, in which they inserted the requested information. The final result of this compilation of experiences is this publication entitled "Adaptation strategies of Brazilian agricultural and livestock systems to climate change". In the following pages, our aim is to identify and highlight the multiplicity of initiatives, actions, concepts and approaches that exist for adapting to climate change, as well as identify possible gaps, challenges, opportunities and needs in the process of strengthening resilience and the adaptive capacity of Brazilian agroecosystems.

It is our hope that this information survey will guide you through the diversity of experiences in progress in the various Brazilian regions. and help you understand the stages of research and technological development under the perspective of sustainable agricultural production systems. Above all, this publication seeks to identify how the different strategies build the resilience of agricultural production systems and allows them to increase their capacity for adapting to climate change. Based on gathered information, we were able to identify management systems and different methodologies and techniques applied for this purpose. The result is a map that includes ongoing experiences and their degree of development and applicability, to guide the identification of central elements and processes for the establishment of effective policies and actions to promote resilience and build the adaptive capacity for agricultural production systems in Brazil.

As highlighted by the IPCC (2014) and WALTHALL et al, (2012), the development of adaptation strategies is vital to counteracting the impacts of climate change. Therefore, the methodological proposal for organizing and analyzing the data collected through these scripts had as a central focus understanding the conceptual logic that directs the development of adaptation strategies by Brazilian researchers for agricultural systems in relation to climate change, categorizing them in four strategic axes. Categorizing strategies follow a deductive approach (MORETTI et al., 2011), in other words, the categories are previously formulated based on the results from a literature review, discussions and definitions proposed with the MAPA team. The categories are: I) Use of genetic resources; II) Infrastructure, production technologies and equipment; III) Use and conservation of biodiversity; and IV) Integrated landscape management. The categories were thus defined to facilitate the comparison of the results presented by the researchers. Organizing adaptation options in the agricultural sector according to players and types of action facilitates adaptation assessment and planning, as it identifies players and clarifies possible interactions that can influence adaptive capacity (WALTHALL, et al., 2012). According to the authors, it is possible to establish a spectrum of intention and action in adaptation options following resistance, resilience, and transformation strategies, describing an increasing gradient in the adaptive capacity of an agricultural system.

The survey of experiences initially started from a detailed search for papers and researchers in different platforms and institutions. The key words that guided the survey are related to agriculture, crops, climate change and its consequences. Then, several researchers were invited to participate in the Adaptation Compilation by sending their script by email. To deepen the analysis and development of each axis, technical-scientific reviewers with experience in the theme were invited to produce an introductory text with an analysis of each topic and studies sent by the researchers.

The publication ends with a critical analysis of submitted research, focusing on comparing the diversity, differences, similarities, and trends of the approaches adopted in each one and among the strategic axes of adaptation of Brazilian agricultural systems to climate change.

In general, there is a convergence between the results found in the other countries' national experience and those submitted by Brazilian researchers regarding the difficulty of establishing a clear conceptual framework on adaptation to climate change. Although mechanisms are being developed in some countries, mainly linked to the National Adaptation Program (NAP) established by the UNFCCC Conference of the Parties (COP), there is still a long way to go. This gap is also evident in the Brazilian context. It is our hope that this compilation will contribute to the discussion, to guide effective actions to promote resilience and strengthen the adaptive capacity of agricultural production systems in Brazil, thus ensuring their productive capacity, income, and the sustainability of rural life and of the national economy.

Enjoy your reading!

Editors

Referências bibliográficas

ANANDHI. A. CISTA-A: Conceptual model using indicators selected by systems thinking for adaptation strategies in a changing climate: Case study in agro-ecosystems. *Ecological Modelling* 345. 41–55. 2017.

BERRANG-FORD. L.. PEARCE. T.. FORD. J.D. Systematic review approaches for climate change adaptation research. *Reg. Environ. Change* 15. 755–769. 2015.

Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). Tracking adaptation in agricultural sectors: Climate change adaptation indicators. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i8145e.pdf>. Acesso em 09 jul. 2020.

IPCC. C.C.I. Adaptation. and Vulnerability. Part A. In: Field. C.B.. Barros. V.R.. Dokken. D.J.. Mach. K.J.. Mastrandrea. M.D.. Bilir. T.E.. Chatterjee. M.. Ebi. K.L.. Estrada. Y.O.. Genova. R.C.. Girma. B.. Kissel. E.S.. Levy. A.N.. MacCracken. S.. Mastrandrea. P.R.. White. L.L. (Eds.). *Climate Change: Impacts. Adaptation. and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom and New York. NY. USA. 1132 p. 2014.

LOBELL. D.B.. BURKE. M.B.. TEBALDI. C.. MASTRANDREA. M.D.. FALCON. W.P.. NAYLOR. R.L. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science* 319. 607–610. 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Plano setorial de mitigação e de adaptação as mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ministério do Desenvolvimento Agrário. coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília: MAPA/ACS. 173 p. 2012.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano Nacional de Adaptação a Mudança do Clima. Volume II: Estratégias Setoriais e Temáticas. Brasília. DF: Ministério do Meio Ambiente. 371 p. 2016.

MORETTI, F., van VLIET, L., BENSING, J., DELEDDA, G., MAZZI, M., RIMONDINI, M., ZIMMERMANN, C., FLETCHER, I. (2011). A standardized approach to qualitative content analysis of focus group discussions from different countries. *Patient Education and Counseling*. 82. 420–428. 2011.

PRESTON, B. L., MUSTELIN, J., MALONEY, M. C. Climate adaptation heuristics and the science/policy divide. *Mitigation Adaptation Strategy Global Change* 20. 467–497. 2015.

THOMSEN, D.C., SMITH, T.F., KEYS, N. Adaptation or manipulation? Unpacking climate change response strategies. *Ecol. Soc.* 17. 20. 2012.

UNITED NATION. Climate Change. What do adaptation to climate change and climate resilience mean? 2020. Disponivel em: <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-bigpicture/what-do-adaptation-to-climate-change-and-climate-resilience-mean>. Acesso em: 21 set. 2020.

WALTHALL, C. L., HATFIELD, J., BACKLUND, P., LENGNICK, L., MARSHALL, E., WALSH, M., ADKINS, S., AILLERY, M., AINSWORTH, E. A., AMMANN, C., ANDERSON, C. J., BARTOMEUS, I., BAUMGARD, L. H., BOOKER, F., BRADLEY, B., BLUMENTHAL, D. M., BUNCE, J., BURKEY, K., DABNEY, S. M., DELGADO, J. A., DUKES, J., FUNK, A., GARRETT, K., GLENN, M., GRANTZ, D. A., GOODRICH, D., HU, S., IZAURRALDE, R. C., JONES, R. A. C., KIM, S-H., LEAKY, A. D. B., LEWERS, K., MADER, T. L., MCCLUNG, A., MORGAN, J., MUTH, D. J., NEARING, M., OOSTERHUIS, D. M., ORT, D., PARMESAN, C., PETTIGREW, W. T., POLLEY, W., RADER, W., RICE, C., RIVINGTON, M., ROSSKOPF, E., SALAS, W. A., SOLLENBERGER, L. E., SRYGLEY, R., STÖCKLE, C., TAKLE, E. S., TIMLIN, D., WHITE, J. W., WINFREE, R., WRIGHT-MORTON, L., ZISKA, L. H. *Climate Change and Agriculture in the United States: Effects and Adaptation*. USDA Technical Bulletin 1935. Washington, DC. 186 p. 2012.

COFFEE PLANTS IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

Weuerton Pereira Rodrigues¹; Eliemar Campostrini¹; Wallace de Paula Bernado¹; Danilo Força Baroni¹; José Altino Machado-Filho²; Fábio Luiz Partelli³; José Cochicho Ramalho^{4,5}; Ana Isabel Ribeiro^{4,5}; Antônio Eduardo Leitão^{4,5}; Fernando José Cebola Lidon⁵; Paula Scotti-Campos^{5,6}; Miroslava Rakocevic⁷; Fábio Murilo DaMatta⁸

1 Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2 Instituto Capixaba de Pesquisa. Assistência Técnica e Extensão Rural. 3 Universidade Federal do Espírito Santo. 4 Universidade de Lisboa. 5 Universidade NOVA de Lisboa. 6 Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária. 7 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária. 8 Universidade Federal de Viçosa

From the pre-industrial period until 2019, anthropogenic action promoted an increase in the atmospheric concentration of CO₂ from about 280 ppm to 415 ppm, a concentration which may well exceed 700 ppm during the second half of the current century, accompanied by an average temperature increase of above 2°C (IPCC, 2014; 2018) and changes in rainfall patterns, etc. If this is confirmed, these changes will be responsible for significant metabolic changes in different crops, with significant impacts on the productivity and quality of agricultural products for human and animal nutrition. In light of this scenario, an international (Brazil-Portugal), interinstitutional (UENF, UFES, UFV, ISA /UL, FCT/UNL, INIAV) and interdisciplinary team (from anatomy to the molecular area), has carried out several studies aiming to assess the impact of climate change on coffee, taking into account, above all, the increase in [CO₂], increase in air temperature and water stress, at the level of plant metabolism and grain quality. The experiments associated with interactions between increases in [CO₂] (380 vs. 700 ppm) and temperature (from 25/20 °C to 42/34 °C, day/night) carried out in Portugal (Figure 1) (ISA/UL) were carried out in controlled environmental conditions, using Brazilian genotypes of *Coffea arabica* (Arabica coffee) and *C. canephora* (Robusta coffee). This research intends to evaluate the individual and simultaneous impacts of the increased temperatures and [CO₂] on anatomical, physiological, biochemical and molecular aspects. At Embrapa - Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, in 2011 an experiment in field conditions with *C. Arabica* was initiated. The free-air-CO₂-enrichment device (FACE) delivered 200 ppm above the current concentration (~590ppm). The last phase of the experiment developed mitigation strategies against impacts of drought conditions according to the increase in [CO₂]. Another experiment was carried out in Campos dos Goytacazes, north of the state of Rio de Janeiro, at the Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) and in a greenhouse, with the objective of studying the effects of temperature increase (based on a seasonal variation) on the physiological aspects, both at leaf levels and at entire plant levels. Experiments are also being carried out at the Federal University of Espírito Santo (UFES), São Mateus, in the north of the state of Espírito Santo. In field conditions, the performance of Conilon coffee grown under tree canopy of species like the

rubber tree (*Hevea brasiliensis* Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg.) and Australian cedar (*Toona ciliata* M. Roem) are being studied currently. This cultivation strategy can mitigate the effect of thermal stress. This research, which entailed a strong component of advanced training of human resources, was financed by the Portuguese Foundation for Science and Technology (projects PTDC/AGR-PRO / 3386/2012; PTDC/ AGR-31257/2017; LEAF units: UID/AGR/04129/2013; GeoBioTec: UID/GEO/04035/2013), CAPES, CNPq, FAPERJ, FAPES, Embrapa and Consórcio Pesquisa Cafés.

RESULTS

- Coffee plants show relevant tolerance to high temperatures (up to 37/30 °C);
- Strong negative impacts were observed at 42/34 °C. However, the increase in [CO₂] (700 ppm) enhanced plant metabolism at all temperatures and significantly mitigated the impact of elevated temperatures;
- Exposure to high temperatures in the last stages of fruit ripening caused depreciation in the quality of the grains, but the high [CO₂] contributed to preserve quality;
- Under natural fluctuations, supra-optimal temperatures resulted in increases in the air vapor pressure deficit, which compromised the gas exchange of the individual leaves and the entire plant;
- In FACE, adult Arabica coffee plants showed high leaf stomata conductance under high [CO₂], which allowed for high photosynthesis in the dry season, both in leaf and whole plant scale, which allowed better investments in carbon in turnover of fine roots in soil with less water deficit. Under increased [CO₂] the quality of the brew did not suffer, although
- some delay occurred compared to plants grown on 400 ppm CO₂. Productivity under field conditions

was higher in the three first years under elevated [CO₂], but in the fourth the productivity was similar between CO₂ concentrations;

- Intercropping with tree species promoted a microclimate under the canopy that was more favorable to coffee, mainly associated with the reduction of irradiance and temperature, as well as an increase in the relative air humidity.

NEXT STEPS

- Study mitigation strategies against the negative implications of the climate in cultivation;
- Identify the acclimatization responses of coffee plants in order to use this information in breeding programs;
- Study the interactions between increased temperature and/or CO₂ concentration with water stress on a whole plant scale, as well as in the floral biology of the coffee plant;
- Study effects of shading associated with soil water stress.

DATA PUBLISHED IN:

BATISTA-SANTOS. P.; LIDON. F. C.; FORTUNATO. A.; LEITÃO. A. E.; LOPES. E.; PARTELLI. F.; RIBEIRO. A. I.; RAMALHO. J. C. The impact of cold on photosynthesis in genotypes of *Coffea* spp. – Photosystem sensitivity, photoprotective mechanisms and gene expression. *Journal of Plant Physiology*. v. 168. n. 8. p. 792-806. 2011.

DAMATTA. F. M.; AVILA. R. T.; CARDOSO. A. A.; MARTINS. S. C. V.; RAMALHO. J. C. Physiological and agronomic performance of the coffee crop in the context of climate change and global warming: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v. 66. n. 21. p. 5264-5274. 2018.

Continued in Annex

REFERENCES:

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers. In: FIELD. C. B. et al. (eds.). *Impacts, adaptation and vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York, United Kingdom: Cambridge University Press. 2014. p. 1-32.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers. In: MASSON-DELMOTTE. V. et al. (eds.). *Global warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Switzerland: World Meteorological Organization. 2018. p. 1-24.

Continued in Annex

PROJECT COORDINATORS

Dr. Eliemar Campostrini

Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro

e-mail: campostenator@gmail.com

Dr. Fábio Luiz Partelli

Universidade Federal do Espírito Santo

e-mail: partelli@yahoo.com.br

Dr. Fábio Murilo DaMatta

Universidade Federal de Viçosa

e-mail: fdamatta@ufv.br

Dr. José Cochicho Ramalho

Universidade de Lisboa; Universidade NOVA de Lisboa

e-mail: cochichor@mail.telepac.pt

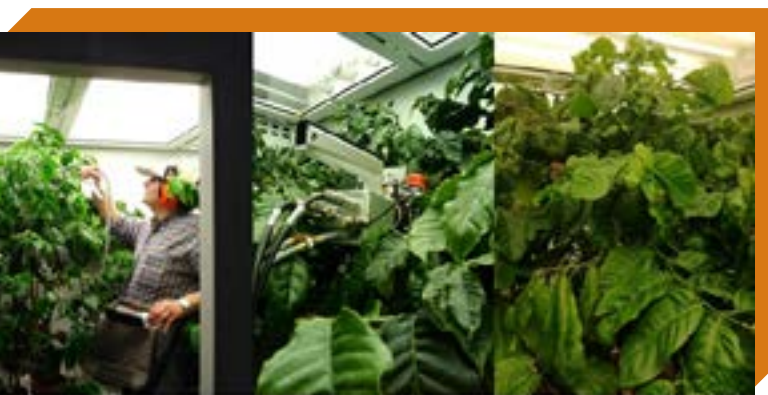


Figure 1 : Studies under controlled environmental conditions (temperature, relative humidity, irradiance, photoperiod and [CO₂]) in EHHF 10000 growth chambers, ARALAB, Portugal) in *C. arabica* genotypes (cv. Icatu and IPR108) and *C. canephora* cv. Conilon Clone 153.

Crédit: José Cochicho Ramalho.

Annex - Bibliographic continuation

Intercropping grasses and legumes for pasture diversification and sustainable intensification of livestock in the Amazon

Data published in:

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Forage peanut (*Arachis pintoi*): a high yielding and high quality tropical legume for sustainable cattle production systems in the western Brazilian Amazon. *Tropical Grasslands*. Australia. v. 39. n. 4. p. 222. Dec. 2005b.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Perspectives of grass-legume pastures for sustainable animal production in the tropics. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 41.. 2004. Campo Grande. Tema: A produção animal e segurança alimentar. Anais [...]. Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia; Embrapa Gado de Corte. 2004.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*): successful adoption in sustainable cattle production systems in the western Brazilian Amazon. *Tropical Grasslands*. Australia. v. 39. n. 4. p. 221. Dec. 2005a.

References

IBGE. Censo Agropecuário 2017. Tabela 6722: Número de estabelecimentos agropecuários e Área dos estabelecimentos. por utilização das terras. condição legal do produtor. direção dos trabalhos do estabelecimento agropecuário e grupos de área total – resultados preliminares 2017. Rio de Janeiro: IBGE. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6722#resultado>. Acesso em: 8 jan. 2020.

INPE; EMBRAPA. Projeto TerraClass: levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia Legal brasileira – 2004-2014. São José dos Campos: INPE. 2016. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php>. Acesso em: 25 jul. 2016.

STRASSBURG, B. B. N.; LATAWIEC, A. E.; BARIONI, L. G.; NOBRE, C. A.; SILVA, V. P.; VALENTIM, J. F.; VIANNA, M.; ASSAD, E. D. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change*. Netherlands. v. 28. p. 84-97. Sep. 2014.

Ruminant hologenome - characterization of microorganism population in ruminants' digestive tract and their impact on the host's functional genome performance, product quality and environmental impact

References

CESAR, A. S. M.; REGITANO, L. C. A.; REECY, J. M.; POLETI, M. D.; OLIVEIRA, P. S. N.; OLIVEIRA, G. B. de; MOREIRA, G. C. M.; MUDADU, M. A.; TIZIOTO, P. C.; KOLTES, J. E.; FRITZ-WATERS, E.; KRAMER, L.; GARRICK, D.; BEIKI, H.; GEISTLINGER, L.; MOURÃO, G. B.; ZERLOTINI, A.; COUTINHO, L. L. Identification of putative regulatory regions and transcription factors associated with intramuscular fat content traits. *BMC Genomics*. v. 19. p. 1-20. June 2018.

CESAR, A. S. M.; REGITANO, L. C. A.; TULLIO, R. R.; LANNA, D. P. D.; NASSU, R. T.; MUDADO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. N.; NASCIMENTO, M. L. do; CHAVES, A. S.; ALENCAR, M. M.; SONSTEGARD, T. S.; GARRICK, D. J.; REECY, J. M.; COUTINHO, L. L. Genome-wide association study for intramuscular fat deposition and composition in Nellore cattle. *BMC Genetics*. v. 15. p. 2-10. Mar. 2014.

DINIZ, W. J. S.; COUTINHO, L. L.; TIZIOTO, P. C.; CESAR, A. S. M.; GROMBONI, C. F.; NOGUEIRA, A. R. A.; OLIVEIRA, P. S. N.; M. M.; REGITANO, L. C. A.; SOUZA, M. M. Iron content affects lipogenic gene expression in the muscle of Nelore beef cattle. *PLoS ONE*. v. 11. n. 8. p. 1-19. Aug. 2016.

DINIZ, W. J. S.; ROSA, K. O.; COUTINHO, L. L.; TIZIOTO, P. C.; OLIVEIRA, P. S. N. de; SOUZA, MARCELA M. de; CHAVES, A.

- S.; LANNA. D. P. D.; MOURÃO. G. B.; REGITANO. L. C. A. KCNJ11 gene expression is associated to feed consumption and growth traits in Nelore beef cattle. *Agri Gene*. v. 9. p. 1-4. Sep. 2018.
- GEISTLINGER. L.; SILVA. V. H. da; CESAR. A. S. M.; TIZIOTO. P. C.; WALDRON. L.; ZIMMER. R.; REGITANO. L. C. de A.; COUTINHO. L. L. Widespread modulation of gene expression by copy number variation in skeletal muscle. *Scientific Reports*. v. 8. p. 1-11. Jan. 2018.
- GONÇALVES. T. M.; REGITANO. L. C. de A.; KOLTES. J. E.; CESAR. A. S. M.; ANDRADE. S. C. da S.; MOURÃO. G. B.; GASPARIN. G.; MOREIRA. G. C. M.; FRITZ-WATERS. E.; REECY. J. M.; COUTINHO. L. L. Gene co-expression analysis indicates potential pathways and regulators of beef tenderness in Nellore cattle. *Frontiers in Genetics*. v. 9. p. 1-18. Oct. 2018.
- KASARAPU. P.; PORTO-NETO. L. R.; FORTES. M. R. S.; LEHNERT. S. A.; MUDADU. M. A.; COUTINHO. L. L.; REGITANO. L. C. A.; GEORGE. A.; REVERTER. A. The *Bos taurus*-*Bos indicus* balance in fertility and milk related genes. *PLoS ONE*. v. 12. n. 8. p. 1-20. Aug. 2017.
- MUDADU. M. A.; PORTO-NETO. L. R.; MOKRY. F. B.; TIZIOTO. P. C.; OLIVEIRA. P. S. N.; TULLIO. R. R.; NASSU. R. T.; NICIURA. S. C. M.; THOLON. P.; ALENCAR. M. M.; HIGA. R. H.; ROSA. A. N.; FEIJÓ. G. L. D.; FERRAZ. A. L.; SILVA. L. O.; MEDEIROS. S. R.; LANNA. D. P.; NASCIMENTO. M. L.; CHAVES. A. S.; SOUZA. A. R.; PACKER. I. U.; TORRES. R. A. Jr.; SIQUEIRA. F.; MOURÃO. G. B.; COUTINHO. L. L.; REVERTER. A.; REGITANO. L. C. Genomic structure and marker-derived gene networks for growth and meat quality traits of Brazilian Nelore beef cattle. *BMC Genomics*. 2016;17(1) : 235.
- OLIVEIRA. G. B.; REGITANO. L. C. A.; CESAR. A. S. M.; REECY. J. M.; DEGAKI. K. Y.; POLETI. M. D.; FELÍCIO. A. M.; KOLTES. J. E.; COUTINHO. L. L. Integrative analysis of microRNAs and mRNAs revealed regulation of composition and metabolism in Nelore cattle. *BMC Genomics*. v. 19. p. 1-16. Feb. 2018.
- OLIVEIRA. P. S. N.; CESAR. A. S. M.; NASCIMENTO. M. L.; CHAVES. A. S.; TIZIOTO. P. C.; TULLIO. R. R.; LANNA. D. P. D.; ROSA. A. N.; SONSTEGARD. T.; MOURÃO. G. B.; REECY. J. M.; GARRICK. D. J.; MUDADU. M. A.; COUTINHO. L. L.; REGITANO. L. C. A. Identification of genomic regions associated with feed efficiency in Nelore cattle. *BMC Genetics*. v. 15. p. 2-10. Sep. 2014.
- OLIVEIRA. P. S. N.; TIZIOTO. P. C.; MALAGO JUNIOR. W.; NASCIMENTO. M. L.; CESAR. A. S. M.; DINIZ. W. J. da S.; SOUZA. M. M.; LANNA. D. P. D.; TULLIO. R. R.; MOURAO. G. B.; MUDADU. M. A.; COUTINHO. L. L.; REGITANO. L. C. A. A single nucleotide polymorphism in *NEUROD1* is associated with production traits in Nelore beef cattle. *Genetics and Molecular Research*. v. 15. n. 2. p. 1-8. July 2016.
- POLETI. M. D.; REGITANO. L. C. A.; SOUZA. G. H. M. F.; CESAR. A. S. M.; SIMAS. R. C.; SILVA-VIGNATO. B.; OLIVEIRA. G. B.; ANDRADE. S. C. S.; CAMERON. L. C.; COUTINHO. L. L. Data from proteomic analysis of bovine *Longissimus dorsi* muscle associated with intramuscular fat content. *Data in Brief*. v. 19. p. 1314-1317. Aug. 2018.
- POLETI. M. D.; REGITANO. L. C. A.; SOUZA. G. H. M. F.; CESAR. A. S. M.; SIMAS. R. C.; SILVA-VIGNATO. B.; OLIVEIRA. G. B.; ANDRADE. S. C. S.; CAMERON. L. C.; COUTINHO. L. L. *Longissimus dorsi* muscle label-free quantitative proteomic reveals biological mechanisms associated with intramuscular fat deposition. *Journal of Proteomics*. v. 179. p. 30-41. May 2018.
- SILVA. V. H. da; REGITANO. L. C. de A.; GEISTLINGER. L.; PÉRTILLE. F.; GIACHETTO. P. F.; BRASSALOTI. R. A.; MOROSINI. N. S.; ZIMMER. R.; COUTINHO. L. L. Genome-wide detection of CNVs and their association with meat tenderness in Nelore cattle. *PLoS ONE*. v. 11. n. 6. p. 1-22. June 2016.
- SILVA-VIGNATO. B.; COUTINHO. L. L.; CESAR. A. S. M.; POLETI. M. D.; REGITANO. L. C. A.; BALIEIRO. J. C. C. Comparative muscle transcriptome associated with carcass traits of Nellore cattle. *BMC Genomics*. v. 18. p. 2-13. July 2017.
- SILVA-VIGNATO. B.; COUTINHO. L. L.; POLETI. M. D.; CESAR. A. S. M.; MONCAU. C. T.; REGITANO. L. C. A.; CARVALHO. J.

C. de B. Gene co-expression networks associated with carcass traits reveal new pathways for muscle and fat deposition in Nelore cattle. *BMC Genomics*. v. 20. p. 1-13. Jan. 2019.

SOMAVILLA. A. L.; REGITANO. L. C.; ROSA. G. J.; MOKRY. F. B.; MUDADU. M. A.; TIZIOTO. P. C.; OLIVEIRA. P. S. N.; SOUZA. M. M.; COUTINHO. L. L.; MUNARI. D. P. Genome-Enabled prediction of breeding values for feedlot average daily weight gain in Nelore cattle. *G3: Genes. Genomes. Genetics*. v. 7. n. 6. p. 1855-1859. June 2017.

SOMAVILLA. A. L.; SONSTEGARD. T. S.; HIGA. R. H.; ROSA. A. N.; SIQUEIRA. F.; SILVA. L. O. C.; TORRES JÚNIOR. R. A. A.; COUTINHO. L. L.; MUDADU. M. A.; ALENCAR. M. M.; REGITANO. L. C. A. A genome-wide scan for selection signatures in Nelore cattle. *Animal Genetics*. v. 45. n. 6. p. 771-781. Sep. 2014.

SOUZA. M. M. de; NICIURA. S. C. M.; TIZIOTO. P. C.; IBELLI. A. M. G.; GASPARIN. G.; ROCHA. M. I. P.; BRESSANI. F. A.; MALAGÓ-JR.. W.; DINIZ. W. J. S.; OLIVEIRA. P. S. N.; LIMA. A. O.; MUDADU. M. A.; BARIONI JUNIOR. W.; COUTINHO. L. L.; ZERLOTINI. A.; REGITANO. L. C. A. Allele- and parent-of-origin-specific effects on expression of the KCNJ11 gene: a candidate for meat tenderness in cattle. *Genetics and Molecular Research*. v. 15. n. 3. p. 2-10. Aug. 2016.

SOUZA. M. M. de; ZERLOTINI. A.; GEISTLINGER. L.; TIZIOTO. P. C.; TAYLOR. J. F.; ROCHA. M. I. P.; DINIZ. W. J. S.; COUTINHO. L. L.; REGITANO. L. C. A. A comprehensive manually-curated compendium of bovine transcription factors. *Scientific Reports*. v. 8. p. 1-12. Sep. 2018.

TIZIOTO. P. C.; COUTINHO. L. L.; DECKER. J. E.; SCHNABEL. R. D.; ROSA. K. O.; OLIVEIRA. P. S.; SOUZA. M. M.; MOURÃO. G. B.; TULLIO. R. R.; CHAVES. A. S.; LANNA. D. P.; ZERLOTINI-NETO. A.; MUDADU. M. A.; TAYLOR. J. F.; REGITANO. L. C. A. Global liver gene expression differences in Nelore steers with divergent residual feed intake phenotypes. *BMC Genomics*. v. 16. p. 1-14. Mar. 2015.

TIZIOTO. P. C.; COUTINHO. L. L.; MOURÃO. G. B.; GASPARIN. G.; SOUZA. M. M.; MALAGÓ-JR. W.; BRESSANI. F. A.; TULLIO. R. R.; NASSU. R. T.; TAYLOR. J. F.; REGITANO. L. C. A. Variation in myogenic differentiation 1 mRNA abundance is associated with beef tenderness in Nelore cattle. *Animal Genetics*. v. 47. n. 4. p. 491-494. Aug. 2016.

TIZIOTO. P. C.; COUTINHO. L. L.; OLIVEIRA. P. S. N.; CESAR. A. S. M.; DINIZ. W. J. S.; LIMA. A. O.; ROCHA. M. I.; DECKER. J. E.; SCHNABEL. R. D.; MOURÃO. G. B.; TULLIO. R. R.; ZERLOTINI. A.; TAYLOR. J. F.; REGITANO. L. C. A. Gene expression differences in Longissimus muscle of Nelore steers genetically divergent for residual feed intake. *Scientific Reports*. v. 6. p. 1-15. Dec. 2016.

TIZIOTO. P. C.; DECKER. J. E.; TAYLOR. J. F.; SCHNABEL. R. D.; MUDADU. M. A.; SILVA. F. L.; MOURAO. G. B.; COUTINHO. L. L.; THOLON. P.; SONSTEGARD. T.; ROSA. A. N.; ALENCAR. M. M.; TULLIO. R. R.; MEDEIROS. S. R.; NASSU. R. T.; FEIJÓ. G. L. D.; SILVA. L. O. C.; TORRES. R. A. A.; SIQUEIRA. F.; HIGA. R. H.; REGITANO. L. C. A. A genome scan for meat quality traits in Nelore beef cattle. *Physiological Genomics*. v. 45. n. 21. p. 1012-1020. Nov. 2013.

TIZIOTO. P. C.; GASPARIN. G.; SOUZA. M. M.; MUDADU. M. A.; COUTINHO. L. L.; MOURÃO. G. B.; THOLON. P.; MEIRELLES. S. L.; TULLIO. R. R.; ROSA. A. N.; ALENCAR. M. M.; MEDEIROS. S. R.; SIQUEIRA. F.; FEIJÓ. G. L. D.; NASSU. R. T.; REGITANO. L. C. A. Identification of KCNJ11 as a functional candidate gene for bovine meat tenderness. *Physiological Genomics*. v. 45. n. 24. p. 1215-1221. Dec. 2013.

TIZIOTO. P. C.; GROMBONI. C. F.; NOGUEIRA. A. R. A.; SOUZA. M. M.; MUDADU. M. A.; THOLON. P.; ROSA. A. N.; TULLIO. R. R.; MEDEIROS. S. R.; NASSU. R. T.; REGITANO. L. C. A. Calcium and potassium content in beef: influences on tenderness and associations with molecular markers in Nelore cattle. *Meat Science*. v. 96. n. 1. p. 436-440. Jan. 2014.

TIZIOTO. P. C.; TAYLOR. J. F.; DECKER. J. E.; GROMBONI. C. F.; MUDADU. M. A.; SCHNABEL. R. D.; COUTINHO. L. L.; MOURÃO. G. B.; OLIVEIRA. P. S. N.; NASSU. R. T.; DONATONI. F. A. B.; THOLON. P.; SONSTEGARD. T. S.; ALENCAR. M. M.; TULLIO. R. R.; REECY. J. M.; NOGUEIRA. A. R. A.; REGITANO. L. C. A. Detection of effects of quantitative trait loci on mineral content of bovine longissimus dorsi muscle. *Genetics Selection Evolution*. v. 47. p. 1-9. Mar. 2015.

Impact of climate change on physiological, productive performance and forage quality of the *Panicum maximum* cv Mombaça grass

Data published in:

PRADO. C. H.; HAIK L.; CASTRO. É.; MARTINEZ. C. A. Leaf dynamics of *Panicum maximum* under future climatic changes. *PLoS ONE*. v. 11. n. 2. e0149620. 2016.

VENTURA. R. B.; ALVES. L.; OLIVEIRA. R. de; MARTÍNEZ. C. A.; GRATÃO. P. Impacts of warming and water deficit on antioxidant responses in *Panicum maximum* Jacq. *Physiologia Plantarum*. v. 165. p. 413-426. 2019.

VICIEDO. D. O.; PRADO. R. de. M.; MARTÍNEZ. C. A.; HABERMANN. E.; PICCOLO. M. Short-term warming and water stress affect *Panicum maximum* Jacq. stoichiometric homeostasis and biomass production. *Science of The Total Environment*. v. 681. p. 267-274. 2019.

Links to interviews and published articles::

AGENCIA FAPESP/DICYT. El cambio climático puede perjudicar la calidad de las pasturas. Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología. Meio Ambiente Brasi. 20 maio 2019. Disponível em: <https://www.dicyt.com/noticias/el-cambio-climatico-puede-perjudicar-la-calidad-de-las-pasturas>.

AGRO RECORD. Aquecimento pode prejudicar pasto. Record TV Interior SP. 12 maio 2019. Disponível em: <https://pt-br.facebook.com/recordtvinteriorsp/videos/316454155695237/UzpfSTE0NDIxODg3NDYwNDEyNjA6MjI3MTAxNjY2MzE1ODQ2MA/>.

ARAGAKI. Caroline. Rádio USP. Produção pecuária já é afetada por mudanças climáticas. Jornal da USP no Ar. 16 abr. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=238051>

MOON. Peter. A study shows climate change may lead to a decline in pasture quality. Agência FAPESP. 15 maio 2019. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/a-study-shows-climate-change-may-lead-to-a-decline-in-pasture-quality/30495/>.

MOON. Peter. Mudança climática pode piorar a qualidade das pastagens. Agência FAPESP. 28 mar. 2019. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/mudanca-climatica-pode-piorar-a-qualidade-das-pastagens/30119/>.

MOON. Peter; AGÊNCIA FAPESP. Mudança climática pode piorar a qualidade das pastagens. Jornal da USP. 3 abr. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=233514>.

RÁDIO NACIONAL. Programa No AR. Mudança climática interfere na qualidade das pastagens? Brasil Rural. 9 abr. 2019. Disponível em: <https://radios.ebc.com.br/brasil-rural/2019/04/sera-que-mudancas-climatica-interfere-na-qualidade-das-pastagens>.

Melhoramento genético de eucaliptos para desenvolvimento de cultivares destinadas a múltiplos usos da madeira e de populações com potencial para superar possíveis adversidades ocasionadas por mudanças climáticas

References

REIS. C. A. F.; ASSIS. T. F. de; SANTOS. A. M.; PALUDZYSZYN FILHO. E. *Corymbia maculata*: estado da arte de pesquisas no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas. 2014. 52 p. (Documento 263).

REIS. C. A. F.; ASSIS. T. F. de; SANTOS. A. M.; PALUDZYSZYN FILHO. E. *Corymbia torelliana*: estado da arte de pesquisas no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas. 2014. 48 p. (Documento 261).

REIS. C. A. F.; SANTOS. P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO. E.; SANTOS. A. M. Avaliação de banco de conservação de *Corymbia maculata* para uso em melhoramento genético. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA. 3.. 2014. Campinas. Anais: resumos expandidos [...]. Curitiba: Malinowski. 2014. p. 62-65.

REIS. C. A. F.; SANTOS. P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO. E.; SANTOS. A. M.; REIS. B. S. Avaliação de progênies de *Eucalyptus crebra* no norte do Estado de Goiás. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA. 3.. 2014. Campinas. Anais: resumos expandidos [...]. Curitiba: Malinowski. 2014. p. 75-77.

REIS. C. A. F.; SANTOS. P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO. E. Avaliação de clones de eucalipto em Ponta Porã. Mato Grosso do Sul. Pesquisa Florestal Brasileira. Colombo. v. 34. n. 80. p. 263-269. out./dez. 2014.

SANTOS. P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO. E.; MAGALHÃES. W. L. E.; VANDRESEN. P. B. Melhoramento genético de eucaliptos subtropicais: contribuições para a espécie *Eucalyptus badjensis*. Colombo: Embrapa Florestas. 2018. 95 p. (Documento 325.).

SANTOS. P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO. E.; RIBASKI. J.; DRUMOND. M. A.; OLIVEIRA. V. R. Melhoramento e lançamento de material genético. In: EMBRAPA. O eucalipto e a Embrapa: 40 anos de pesquisa e desenvolvimento. Colombo: Embrapa Florestas. 2019. No prelo.

SANTOS. P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO. E.; SILVA. L. T. de M. da; VANDRESEN. P. B. Genetic variation for growth and selection in adult plants of *Eucalyptus badjensis*. Genetics and Molecular Biology. v. 38. n. 4. p. 457-464. Oct./Dec. 2015.

O cafeeiro no contexto das mudanças climáticas globais

Data Published in::

DAMATTA. F. M.; GODOY. A. G.; MENEZES-SILVA. P. E.; MARTINS. S. C. V.; SANGIARD. L. M. V. P.; MORAIS. L. E.; TORRE-NETO. A.; GHINI. R. Sustained enhancement of photosynthesis in coffee trees grown under free-air CO₂ enrichment conditions: disentangling the contributions of stomatal, mesophyll, and biochemical limitations. Journal of Experimental Botany. v. 167. n. 1. p. 341-352. Oct. 2016.

DAMATTA. F. M.; RAHN. E.; LÄDERACH. P.; GHINI. R.; RAMALHO. J. C. Why could the coffee crop endure climate change and global warming to a greater extent than previously estimated? Climatic Change. v. 152. n. 1. p. 167-178. Feb. 2018.

DUBBERSTEIN. D.; RODRIGUES. W. P.; SEMEDO. J. N.; RODRIGUES. A. P.; PAIS. I. P.; LEITÃO. A. E.; PARTELLI. F. L.; CAMPOSTRINI. E.; REBOREDO. F.; SCOTTI-CAMPOS. P.; LIDON. F. C.; RIBEIRO-BARROS. A. I.; DAMATTA F. M.; RAMALHO J. C. Mitigation of the negative impact of warming on the coffee crop: The role of increased air [CO₂] and management strategies. In: SRINIVASARAO. C.; SHANKER. A. K.; SHANKER. C. (eds.). Climate resilient agriculture: strategies and perspectives. Rijeka. Croatia: Intech. 2018. p. 57-85.

FORTUNATO. A.; LIDON. F. C.; BATISTA-SANTOS. P.; LEITÃO. A. E.; PAIS. I. P.; RIBEIRO. A. I.; RAMALHO. J. C. Biochemical and molecular characterization of the antioxidative system of *Coffea* sp. under cold conditions in genotypes with contrasting tolerance. Journal of Plant Physiology. v. 167. n. 5. p. 333-342. Mar. 2010.

GILES. J. A. D.; FERREIRA. A. D.; PARTELLI. F. L.; AOYAMA. E. M.; RAMALHO. J. C.; FERREIRA. A.; FALQUETO. A. R. Divergence and genetic parameters between *Coffea* sp. genotypes based in foliar morpho-anatomical traits. Scientia Horticulturae. v. 245. p. 231-236. Feb. 2019.

GHINI. R.; TORRE-NETO. A.; DENTZEN. A. F. M.; GUERREIRO-FILHO. O.; IOST. R.; PATRÍCIO. F. R. A.; PRADO. J. S. M.; THOMAZIELLO. R. A.; BETTIOL. W.; DAMATTA. F. M. Coffee growth, pest and yield responses to free-air CO₂ enrichment. Climatic Change. v. 132. p. 307-320. May 2015.

- GOULAO, L. F.; FORTUNATO, A. S.; RAMALHO, J. C. Selection of reference genes for normalizing quantitative real-time PCR gene expression data with multiple variables in *Coffea* spp. *Plant Molecular Biology Reporter*. v. 30. p. 741-759. Dec. 2012.
- MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. P.; DAMATA, F. M.; RAMALHO, J. C.; PARTELLI, F. L. O cafeeiro no contexto de alterações climáticas. In: ADÊSEIO, F.; PARTELLI, F. L.; AMARAL, J. A. T. do; DALI, L. P.; CALDEIRA, M. V. W.; COELHO, R. I. (org.). Tópicos especiais em genética e melhoramento. Rio Branco: Suprema. 2016. p. 263-288.
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; LIDON, F. C.; DAMATA, F. M.; RAMALHO, J. C. Combined effects of elevated [CO₂] and high temperature on leaf mineral balance in *Coffea* spp. plants. *Climatic Change*. v. 126. n. 3-4. p. 365-379. Oct. 2014.
- MARTINS, M. Q.; FORTUNATO, A. S.; RODRIGUES, W. P.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; LIDON, F. C.; DAMATA, F. M.; RAMALHO, J. C.; RIBEIRO-BARROS, A. I. Selection and validation of reference genes for accurate RT-qPCR data normalization in *Coffea* spp. under a climate changes context of interacting elevated [CO₂] and temperature. *Frontiers in Plant Science*. v. 8. p. 1-11. Mar. 2017.
- MARTINS, M. Q.; PARTELLI, F. L.; GOLYNSKI, A.; PIMENTEL, N. V.; FERREIRA, A.; BERNARDES, C. O.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; RAMALHO, J. C. Adaptability and stability of *Coffea canephora* genotypes cultivated at high altitude and subjected to low temperature during the winter. *Scientia Horticulturae*. v. 252. p. 238-242. June 2019.
- MARTINS, M. Q.; RODRIGUES, W. P.; FORTUNATO, A. S.; LEITÃO, A. E.; RODRIGUES, A. P.; PAIS, I.; MARTINS, L. D.; SILVA, M. J.; REBOREDO, F. H.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; TOMAZ, M. A.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; LIDON, F. C.; DAMATA, F. M.; RAMALHO, J. C. Protective response mechanisms to heat stress in interaction with high [CO₂] conditions in *Coffea* spp. *Frontiers in Plant Science*. v. 7. p. 1-18. June 2016.
- OLIOSI, G.; GILES, J. A. D.; RODRIGUES, W. P.; RAMALHO, J. C.; PARTELLI, L. F. Microclimate and development of *Coffea canephora* cv. Conilon under different shading levels promoted by australian cedar (*Toona ciliata* M. Roem. var. *Australis*). *Australian Journal of Crop Science*. v. 10. n. 4. p. 528-538. Apr. 2016.
- PARTELLI, L.; ARAÚJO, A. V.; VIEIRA, H. D.; DIAS, J. R. M.; MENEZES, L. F. T.; RAMALHO, J. C. Microclimate and development of 'Conilon' coffee intercropped with rubber trees. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília. v. 49. n. 11. p. 872-881. nov. 2014.
- PARTELLI, F. L.; BATISTA-SANTOS, P.; CAMPOS, P. S.; PAIS, I. P.; QUARTIN, V. L.; VIEIRA, H. D.; RAMALHO, J. C. Characterization of the main lipid components of chloroplast membranes and cold induced changes in *Coffea* spp. *Environmental and Experimental Botany*. v. 74. p. 194-204. Dec. 2011.
- RAKOCEVIC, M.; MATSUNAGA, F. T. Variations in leaf growth parameters within the tree structure of adult *Coffea arabica* in relation to seasonal growth, water availability and air carbon dioxide concentration. *Annals of Botany*. v. 122. n. 1. p. 117-131. July 2018.
- RAKOCEVIC, M.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; FILIZOLA, H. F.; BATISTA, E. R. Structural and functional changes in coffee trees after 4 years under free air CO₂ enrichment. *Annals of Botany*. v. 121. n. 5. p. 1065-1078. Apr. 2018.
- RAMALHO, J. C.; DAMATTA, F. M.; RODRIGUES, A. P.; SCOTTI-CAMPOS, P.; PAIS, I.; BATISTA-SANTOS, P.; PARTELLI, F. L.; RIBEIRO, A.; LIDON, F. C.; LEITÃO, A. E. Cold impact and acclimation response of *Coffea* spp. plants. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*. v. 26. p. 5-18. Feb. 2014.
- RAMALHO, J. C.; FORTUNATO, A. S.; GOULAO, L. F.; LIDON, F. C. Cold-Induced changes in mineral content in leaves of *Coffea* spp. identification of descriptors for tolerance assessment. *Biologia Plantarum*. v. 57. n. 3. p. 495-506. Sep. 2013.

RAMALHO. J. C.; FORTUNATO. A. S.; RODRIGUES. A. P.; MARTINS. M. Q.; RODRIGUES. W. P.; COLWELL. F.; SEMEDO. J. N.; PAIS. I. P.; BATISTA-SANTOS. P.; LEITÃO. A. E.; PARTELLI. F. L.; CAMPOSTRINI. E.; SCOTTI-CAMPOS. P.; RIBEIRO-BARROS. A. I.; LIDON. F. C.; DAMATTA. F. M. Can enhanced CO₂ help to mitigate the global warming impact in the tropical coffee plant? *Procedia Environmental Sciences*. v. 29. p. 284-285. Dec. 2015.

RAMALHO. J. C.; PAIS. I. P.; LEITÃO. A. E.; GUERRA. M. R.; FERNANDO. H.; MÁGUAS. C. M.; CARVALHO. M. L.; SCOTTI-CAMPOS. P.; RIBEIRO-BARROS. A. I.; LIDON. F. J. C.; DAMATTA. F. M. Can elevated air [CO₂] conditions mitigate the predicted warming impact on the quality of coffee bean? *Frontiers in Plant Science*. v. 9. p. 1-14. Mar. 2018.

RAMALHO. J. C.; RODRIGUES. A. P.; LIDON. F. C.; MARQUES. L. M. C.; LEITÃO. A. E.; FORTUNATO. A. S.; PAIS. I. P.; SILVA. M. J.; SCOTTI-CAMPOS. P.; LOPES. A.; REBOREDO. F. H.; RIBEIRO-BARROS. A. I. Stress cross-response of the antioxidative system promoted by superimposed drought and cold conditions in *Coffea* spp. *PLoS ONE*. v. 13. p. 1-30. June 2018.

RAMALHO. J. C.; RODRIGUES. A. P.; SEMEDO. J. N.; PAIS. I. P.; MARTINS. L. D.; SIMÕES-COSTA. M. C.; LEITÃO. A. E.; FORTUNATO. A. S.; BATISTA-SANTOS. P.; PALOS. I. M.; TOMAZ. M. A.; SCOTTI-CAMPOS. P.; LIDON. F. C.; DAMATTA. F. M. Sustained photosynthetic performance of *Coffea* spp. under long-term enhanced [CO₂]. *PLoS ONE*. v. 8. n. 12. p. 1-19. Dec. 2013.

RODRIGUES. W. P.; MACHADO-FILHO. J. A.; SILVA. J. R.; FIGUEIREDO. F. A.; FERRAZ. T. M.; FERREIRA. L. S.; BEZERRA. L. B. S.; ABREU. D. P.; BERNARDO. W. P.; PASSOS. L. C.; SOUZA. E. F.; GLENN. D. M.; RAMALHO. J. C.; CAMPOSTRINI. E. Whole-canopy gas exchanges in *Coffea* sp. is affected by supra-optimal temperature and light distribution within the canopy: the insights from an improved multi-chamber system. *Scientia Horticulturae*. v. 211. p. 194-202. Nov. 2016.

RODRIGUES. W. P.; MARTINS. M. Q.; FORTUNATO. A. S.; RODRIGUES. A. P.; SEMEDO. J. N.; SIMÕES-COSTA. M. C.; PAIS. I. P.; LEITÃO. A. E.; COLWELL. F.; GOULAO. L.; MÁGUAS. C.; MAIA. R.; PARTELLI. F. L.; CAMPOSTRINI. E.; SCOTTI-CAMPOS. P.; RIBEIRO-BARROS. A. I.; LIDON. F. C.; DAMATTA. F. M.; RAMALHO. J. C. Long-term elevated air [CO₂] strengthens photosynthetic functioning and mitigates the impact of supra-optimal temperatures in tropical *Coffea arabica* and *C. canephora* species. *Global Change Biology*. v. 22. n. 1. p. 415-431. Jan. 2016.

RODRIGUES. W. P.; MARTINS. L. D.; PARTELLI. F. L.; LIDON. F. C.; LEITÃO. A. E.; RIBEIRO-BARROS. A. I.; DAMATTA. F. M.; RAMALHO. J. C. Interação de altas temperaturas e déficit hídrico no cultivo de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). In: PARTELLI. F. L.; BONOMO. R. (org.). *Café Conilon: o clima e o manejo da planta*. Alegre: CAUFES. p. 39-[75].

RODRIGUES. W. P.; SILVA. J. R.; FERREIRA. L. S.; MACHADO FILHO. J. A.; FIGUEIREDO. F. A. M. M. A.; FERRAZ. T. M.; BERNARDO. W. P.; BEZERRA. L. B. S.; ABREU. D. P. de; CESPOM. L.; RAMALHO. J. C.; CAMPOSTRINI. E. Stomatal and photochemical limitations of photosynthesis in coffee (*Coffea* spp.) plants subjected to elevated temperatures. *Crop & Pasture Science*. v. 69. n. 3. p. 317-325. Jan. 2018.

RODRIGUES. W. P.; VIEIRA. H. D.; CAMPOSTRINI. E.; FIGUEIREDO. F. A. M. M. A.; FERRAZ. T. M.; PARTELLI. F. L.; RAMALHO. J. C. Physiological aspects. growth and yield of *Coffea* spp. in areas of high altitude. *Australian Journal of Crop Science*. v. 10. n. 5. p. 666-674. May 2016.

SANTOS. C. A. F.; LEITÃO. A. E.; PAIS. I. P.; LIDON. F. C.; RAMALHO. J. C. Perspectives on the potential impacts of climate changes on the coffee plant and bean quality. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. v. 27. n. 2. p. 152-163. Mar. 2015.

SCOTTI-CAMPOS. P.; PAIS. I. P.; PARTELLI. F. L.; BATISTA-SANTOS. P.; RAMALHO. J. C. Phospholipids profile in chloroplasts of *Coffea* spp. genotypes differing in cold acclimation ability. *Journal of Plant Physiology*. v. 171. n. 3-4. p. 243-249. Feb. 2014.

SCOTTI-CAMPOS. P.; PAIS. I. P.; RIBEIRO-BARROS. A. I.; MARTINS. D.; TOMAZ. M. A.; RODRIGUES. W. P.; CAMPOSTRINI. E.; SEMEDO. J. N.; FORTUNATO. A. S.; MARTINS. M. Q.; PARTELLI. F. L.; LIDON. F. C.; DAMATTA. F. M.; RAMALHO. J. C. Lipid profile adjustments may contribute to warming acclimation and to heat impact mitigation by elevated [CO₂] in *Coffea* spp. *Environmental And Experimental Botany*. v. 167. p. 1-17. Aug. 2019.

SEMEDO. J. N.; RODRIGUES. W. P.; DUBBERSTEIN. D.; MARTINS. M. Q.; MARTINS. L. D.; PAIS. I. P.; RODRIGUES. A. P.; LEITÃO. A. E.; PARTELLI. F. L.; CAMPOSTRINI. E.; TOMAZ. M. A.; REBOREDO. F. H.; SCOTTI-CAMPOS. P.; RIBEIRO-BARROS. A. I.; LIDON. F. C.; DAMATTA. F. M.; RAMALHO. J. C. Coffee responses to drought, warming and high [CO₂] in a context of future climate change scenarios. In: ALVES. F.; LEAL. W.; AZEITEIRO. U. (ed.). *Theory and practice of climate adaptation*. Switzerland: Springer. 2018. chapter 26. p. 465-477.

TORMENA. C. D.; MARCHEAFAVE. G. G.; RAKOCEVIC. M.; BRUNS. R. E.; SCARMINIO. I. S. Sequential mixture design optimization for divergent metabolite analysis: enriched carbon dioxide effects on *Coffea Arabica* L. leaves and buds. *Talanta*. v. 191. p. 382-389. Jan. 2019.

Technological advances to cope with water deficit stress in soy

Data Published in:

LIMA. L. F. S.; FERREIRA. L. C.; FUGANTI-PAGLIARINI. R.; MARIN. S. R. R.; OLIVEIRA. M. C. N.; MERTZ-HENNING. L. M.; FARIAS. J. R. B.; NEUMAIER. N.; NAKASHIMA. K.; NUNES. L. M.; NEPOMUCENO. A. L. Agronomic evaluation of genetically modified soybean genotypes in response to water deficit. *Global Science and Technology*. v. 11. p. 77-88. 2018.

MARINHO. J. P.; COUTINHO. I. D.; LAMEIRO. R. da F.; MARIN. S. R. R.; COLNAGO. L. A.; NAKASHIMA. K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI. K.; NEPOMUCENO. A. L.; MERTZ-HENNING. L. M. Metabolic alterations in conventional and genetically modified soybean plants with GmDREB2A;2 FL and GmDREB2A;2 CA transcription factors during water deficit. *Plant Physiology and Biochemistry*. v. 140. p. 122-135. 2019.

Developing A Potato Germplasm That Is More Adaptable To Climate Change

Data Published in:

PINHEIRO. N. L. Caracterização de cultivares de batata com marcadores microssatélites e prospecção de genes de referência para tolerância à seca. 2015. Dissertação (Mestrado em Fitomelhoramento) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2015.

REISSER JUNIOR. C.; CASTRO. C. M.; MEDEIROS. C. A. B.; ROHR. A.; PEREIRA. A. da S. Fenotipagem de batata (*S. tuberosum* L.) para tolerância à seca, baseada na redução do potencial osmótico da água com polietileno glicol em solução hidropônica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2015. (Documento 387).

ROHR. A. Parâmetros genéticos, respostas associadas ao déficit hídrico e estrutura populacional em germoplasma de batata (*Solanum tuberosum* L.). 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2016.

ROHR. A.; BRITO. G. G. de; REISSER JUNIOR. C.; PEREIRA. A. da S.; CASTRO. C. M. Characterization of potato genotypes in response to drought. In: ANNUAL MEETING OF THE POTATO ASSOCIATION OF AMERICA. 99.. 2015. Portland. Program & Abstracts [...]. Portland: PAA. 2015. p. 49.

Research center of Genomics Applied to Climate Change

References

GUTIERREZ. A. P. A.; ENGLE. N. L.; NYS. E. de; MOLEJON. C.; MARTINS. E. S. Drought preparedness in Brazil. *Weather and Climate Extremes*. v. 3. p. 95-106. June 2014.

McELROY. D. Valuing the product development cycle in agricultural biotechnology: what's in a name? *Nature Biotechnology*. v. 22. n. 7. p. 817-822. July 2004.

PRADO. J. R.; SEGERS. G.; VOELKER. T.; CARSON. D.; DOBERT. R.; PHILLIPS. J.; COOK. K.; CORNEJO. C.; MONKEN. J.; GRAPES. L.; REYNOLDS. T.; MARTINO-CATT. S. Genetically engineered crops: from idea to product. *Annual Review of Plant Biology*. v. 65. p. 769-790. Apr. 2014.

No-till for recovering degraded pastures in the Amazon Biome

Data Published in:

ANDRADE. C. M. S. de; FERREIRA. A. S. Técnicas de reforma de pastagens degradadas na Amazônia. In: DIAS-FILHO. M. B.; ANDRADE. C. M. S. de (ed.). *Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia*. Brasília: Embrapa. 2019. p. 289-360.

Evaluation of conservation management on the adaptive capacity of agricultural production systems in the state of Rio de Janeiro

Data Published in:

COELHO. M.; FONTANA. A.; MONTEIRO. J. M. G.; GOULART. A. C.; FONSECA. K.; COSTA. M. M. Estoque de carbono orgânico do solo sob floresta e pastagem no Município de São José de Ubá. Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2011. 31 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 196).

GOULART. A. C.; MONTEIRO. J. M. G.; COELHO. M.; FONTANA. A.; GONÇALVES. A. O. Estoque de carbono e nutrientes na serapilheira e solos de fragmentos florestais da Mata Atlântica do estado Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2012. 7 p. (Comunicado Técnico 67).

MARTINS. A. L. S.; SCHULER. A. E.; MONTEIRO. J. M. G.; FIDALGO. E. C. C.; ALMEIDA. E. P. C. Desenvolvimento rural: uma abordagem participativa em sistemas produtivos na comunidade de Faraó. Cachoeiras de Macacu-RJ. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMA DE PRODUÇÃO. 2014. Foz do Iguaçu. Anais [...]. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção. 2014. p. 657-661.

MONTEIRO. J. M. G.; ALVES. B.; ZUCHELLO. F.; SANTANNA. S. A. C. Emissão de gases do efeito-estufa em solos sob floresta e sob pastagem. In: BRADO. R. B.; FIDALGO. E. C. C. F.; BONNET. A. (org.). *Monitoramento da revegetação do COMPERJ: etapa inicial*. Brasília: Embrapa. 2014. v. 1. p. 207-220.

MONTEIRO. J. M. G.; FONTANA. A.; HISSA. H.; COELHO. M.; GOULART. A. C.; MONTEIRO. M. C. Soil organic carbon stocks under pasture atlantic forest in Rio de Janeiro state. Brazil. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE. 2014. Jeju. Abstracts [...]. Korea. 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1000853/1/JoyceMonteiro011.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2020.

MONTEIRO. J. M. G.; SCHULER. A. E.; PRADO. R. B.; FIDALGO. E. C. C.; TURETTA. A. P. D.; MARTINS. A. L. da S.; OLIVEIRA. A. P. de; DONAGEMMA. G. K. Soil and water management for ecosystem services provision in agricultural

landscapes: the challenge of monitoring. In: NEHREN. U.; SCHLÜTER. S.; RAEDIG. C.; SATTLER. D.; HISSA. H. (ed.). *Strategies and tools for a sustainable rural Rio de Janeiro*. Switzerland: Springer. 2019. cap. 5. p. 53-67.

PRADO. R. B.; FIDALGO. E. C. C.; BALIEIRO. F. C.; COUTINHO. H. L. C.; TURETTA. A. P.; GONÇALVES. A. O.; PEDREIRA. B. C. C. G.; SCHULER. A. E.; MONTEIRO. J. M. G.; COELHO. M.; DONAGEMMA. G. K.; MARTINS. A. L. S.; ALMEIDA. E. P. C.; OLIVEIRA. A. P. Serviços ambientais no bioma Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro: abordagem metodológica e desafios. In: PARRON. L. M.; GARCIA. J. R.; OLIVEIRA. E. B. de; BROWN. G. G.; PRADO. R. B. (org.). *Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica*. Brasília: Embrapa. 2015. p. 202-213.

Social Technologies applied to agroecosystems to face climate change in the Baiha semiarid

Data Published in:

VENTURA. A. C.; ANDRADE. J. C. S. Polyculture in the semi-arid regions of Brazil. *Field Actions Science Reports*. v. 3. p. 1-20. 2011.

VENTURA. A. C.; FERNÁNDEZ. L.; ANDRADE. J. C. S. Tecnologias sociais: as organizações não governamentais no enfrentamento das mudanças climáticas e na promoção de desenvolvimento humano. *Cadernos EBAPE.BR (FGV)*. v. X. p. 605. 2012.

VENTURA. A. C.; FERNÁNDEZ. L.; TRUJILLO. R. Potencial das tecnologias sociais para o enfrentamento das mudanças climáticas e para a promoção do desenvolvimento humano: um olhar sobre o semiárido baiano. *Bahia Análise & Dados*. v. 21. p. 915-931. 2011.

Biochar as a soil conditioner in agricultural systems in the Cerrado

Data Published in:

MADARI. B. E.; SILVA. M. A. S.; CARVALHO. M. T. M.; MAIA. A. H. N.; PETTER. F. A.; SANTOS. J. L. S.; TSAI. S. M.; LEAL. W. G. O.; ZEVIANI. W. M. Properties of a sandy clay loam Haplic Ferralsol and soybean grain yield in a five-year field trial as affected by biochar amendment. *Geoderma*. v. 305. p. 100-112. 2017.

PETTER. F. A.; MADARI. B. E.; SILVA. M. A. S. da; CARNEIRO. M. A. C.; CARVALHO. M. T. M.; MARIMON JR.. B. H.; PACHECO. L. P. Soil fertility and upland rice yield after biochar application in the Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 47. n. 5. p. 699-706. May 2012.

Cover crops and green manures for adapting agriculture to climate change and reducing the emission of Greenhouse Gases in the Cerrado

References

FERREIRA. A. C. B.; BORIN. A. L. D. C.; BOGIANI. J. C.; LAMAS. F. M. Suppressive effects on weeds and dry matter yields of cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 53. p. 566-574. 2018.

MUZILLI. O. A adubação verde como alternativa para a melhoria da fertilidade do solo e racionalização do uso de fertilizantes. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná. 1986. 16p. (Informe da Pesquisa. 68).

OLIVEIRA JUNIOR. R.; RIOS. R. S.; CONSTANTIN. J.; ISHII-IWAMOTO. E. L.; GEMELLI. A.; MARTINI. P. E. Grass straw mulching to suppress emergence and early growth of weeds. *Planta Daninha*. Viçosa-MG. v. 32. n. 1. p. 11-17. Mar. 2014.

PACHECO. L. P.; BARBOSA. J. M.; LEANDRO. W. M.; MACHADO. P. L. O. de A.; ASSIS. R. L. de; MADARI. B. E.; PETTER. F. A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa-MG. v. 35. n. 5. p. 1787-1799. set./out. 2011.

PORTELA. J. C.; COGO. N. P.; BAGATINI. T.; CHAGAS. J. P.; PORTZ. G. Restauração da estrutura do solo por sequências culturais implantadas em semeadura direta. e sua relação com a erosão hídrica em distintas condições físicas de superfície. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa-MG. v. 34. n. 4. p. 1353-1364. ago. 2010.

ROTH. C. H.; MEYER. B.; FREDE. H. G.; DERPSCH. R. The effect of different soybean tillage systems on infiltrability and erosion susceptibility of an Oxisol in Parana. Brazil. *Journal of Agronomy and Crop Science*. v. 157. n. 4. p. 217-226. Dec. 1986.

SIDIRAS. N.; PAVAN. M. A. Influência do Sistema de manejo do solo na temperatura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 10. p. 181-184. 1986.

Underground dams: contributing to climate change resilience of family-based agroecosystems in the semiarid region of northeastern Brazil

Data Published in:

NASCIMENTO. A. F. do; SILVA. M. S. L. da; Marques. F. A.; OLIVEIRA NETO. M. B. de; PARAHYBA. R. da B. V.; AMARAL. A. J. do. Caracterização geoambiental em áreas de barragens subterrâneas no Semiárido brasileiro. Recife: Embrapa Solos. 2015. 54 p. (Documento 180).

SILVA. M. S.; MARQUES. F. A.; NASCIMENTO. A. F.; LIMA. A. O.; OLIVEIRA NETO. M. B.; FERREIRA. G. B.; MELO. R. F.; ANJOS. J. B.; PARAHYBA. R. B. Barragem subterrânea: promovendo acesso e usos múltiplos da água no Semiárido brasileiro. Recife: Embrapa Solos. 2019. 42 p. (Cartilha).

Sustainability indicators is Agroecosystems

Data Published in:

BRASIL. Governo do Estado de Minas Gerais. Decreto nº 46.113. de 19 de dezembro de 2012. Aprova a Metodologia Mineira para Aferição do Desempenho Socioeconômico e Ambiental de Propriedades Rurais. Belo Horizonte: Diário do Executivo. 2012. p. 2. col. 1.

FERREIRA. J. M. L.; VIANA. J. H. M.; COSTA. A. M.; SOUZA. D. V.; FONTES. A. A. Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte. v. 33. n. 271. p. 12-25. nov./dez. 2012.

MARQUES. P. A. S.; FERREIRA. J. M. L. Aplicativo ISApp. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte. v. 38. n. 300. p. 73-80. 2017.

Future agricultural scenarios for pastures in Brasil

Data Published in:

BOSI. C. Parameterization and evaluation of mechanistic crop models for estimating *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã productivity under full sun and in silvopastoral system. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2018.

CRUZ. P. G.; SANTOS. P. M.; PEZZOPANE. J. R. M.; OLIVEIRA. P. P. A.; ARAUJO. L. C. Modelos empíricos para estimar o acúmulo de matéria seca de capim-marandu com variáveis agrometeorológicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília. v. 46. n. 7. p. 675-681. jul. 2011.

PEZZOPANE. J. R. M.; CRUZ. P. G.; SANTOS. P. M.; BOSI. C.; ARAUJO. L. C. Simple agrometeorological models for estimating Guinea grass yield in Southeast Brazil. *International Journal of Biometeorology*. v. 58. n. 7. p. 1479-1487. Jan. 2014.

PEZZOPANE. J. R. M.; SANTOS. P. M.; BETTIOL. G. M.; BOSI. C.; PETINARI. I. B. Zoneamento de aptidão climática para os capins marandu e tanzânia na região sudeste do Brasil. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 2012. 27 p. (Documento 108).

PEZZOPANE. J. R. M.; SANTOS. P. M.; EVANGELISTA. S. R. M.; BOSI. C.; CAVALCANTE. A. C. R.; BETTIOL. G. M.; GOMIDE. C. A. de M.; PELLEGRINO. G. Q. Panicum maximum cv. Tanzânia: climate trends and regional pasture production in Brazil. *Grass and Forage Science*. v. 72. n. 1. p. 104-117. Jan. 2016.

PEZZOPANE J. R. M.; SANTOS P. M.; MENDONÇA F. C.; ARAUJO. L. C.; CRUZ. P. G. Dry matter production of Tanzania grass as a function of agrometeorological variables. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília. v. 47. n. 4. p. 471-477. Apr. 2012.

SANTOS. P. M.; EVANGELISTA. S. R. M.; PEZZOPANE. J. R. M. (ed.). Cenários agrícolas futuros para pastagens no Brasil. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 2014. 39 p. (Documento 114).

SANTOS. P. M.; VINHOLIS. M. de M. B.; DIAS FILHO. M. B.; VOLTOLINI. T. V.; MITTELMANN. A.; PEZZOPANE. J. R. M.; EVANGELISTA. S. R. M.; MOURA. M. S. B. de; GOMIDE. C. A. de M.; CAVALCANTE. A. C. R.; CORRÊA. C. G.; BETTIOL. G. M.; SANTOS. R. M.; ANGELOTTI. F.; OLIVEIRA. P. P. A.; SOUZA. F. H. D. de; ALMEIDA. I. R. de; BOSI. C.; CRUZ. P. G. da; ANDRADE. A. S.; ARAUJO. L. C. de; PELLEGRINO. G. Q. Produção animal no Brasil: caracterização, simulação de cenários para pastagens e alternativas de adaptação às mudanças climáticas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 2015. 99 p. (Documento 119).

Infrared thermography to diagnose bioclimatic conditions in livestock systems in the Amazon biome

Data Published in:

BARROS. D. V.; SILVA. L. K. X.; LOURENÇO JUNIOR. J. B.; SILVA. A. O. A.; SILVA. A. G. M.; FRANCO. I. M.; OLIVEIRA. C. M. C.; THOLON. P.; MARTORANO. L. G.; GARCIA. A. R. Evaluation of thermal comfort, physiological, hematological, and seminal features of buffalo bulls in an artificial insemination station in a tropical environment. *Tropical Animal Health and Production*. v. 47. n. 5. p. 805-813. 2015.

BRCKO. C. C.; SILVA. J. A. R.; MARTORANO. L. G.; VILELA. R. A.; NAHÚM. B. S.; SILVA. A. G. M.; BARBOSA. A. V. C.; BEZERRA. A. S.; LOURENÇO JUNIOR. J. B. Infrared thermography to assess thermoregulatory reactions of female buffaloes in a humid tropical environment. *Environment. Front. Vet. Sci.* v. 7. art. 180. p. 1-7. 2020.

MARTORANO. L. G. Termografia infravermelho para diagnosticar respostas calóricas em animais de grande e médio porte na Amazônia. In: CONGRESSO DOS MÉDICOS VETERINÁRIOS DA AMAZÔNIA LEGAL – AMAZONVET. 2.. 2019. [S. n.]; CONGRESSO NACIONAL DE ANIMAIS SELVAGENS. 2019. [S. n.].

MONTEIRO. S. N.; AMARAL JUNIOR. J. M.; SOUSA. M. A. P.; CASTRO. V. C. G.; CARMO. E. S. N.; MORAIS. E.; NAHUM. B. S.; MARTORANO. L. G. Infrared thermography in the assessment of thermal comfort of confined water buffaloes in the Amazon biome. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GASES DE EFEITO ESTUFA NA AGROPECUÁRIA. 2.. 2016.

PANTOJA. M. H. A.; SILVA. J. A. R.; BARBOSA. A. V. C.; MARTORANO. L. G.; GARCIA. A. R.; LOURENÇO JUNIOR. J. B. Assessment of indices of thermal stress indicators among male buffaloes reared in the Eastern Brazilian Amazon. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. v. 40. e37831. 2018.

PILATO. G. C.; MARTORANO. L. G.; SILVA. L. K. X.; BELDINI. T. P.; NEVES. K. A. L. Padrões de alvos em sistema pecuário extensivo diagnosticados por termografia infravermelho no Oeste do Pará. *Agroecossistemas*. v. 10. n. 1. p. 55-72. 2018a.

PIRES. A. P.; MARTORANO. L. G.; MENDONÇA NETO. J. S. N.; ROCHA. S. L. C. S.; PACHECO. A. Avaliação de conforto térmico em meliponário urbano de Belterra-Pará. In: Congresso de Tecnologias e Desenvolvimento na Amazônia. 3.. 2019. [S. n.]. Anais [...]. [S. l.: s. n.]. 2019.

PIRES. A. P.; PACHECO. A.; MARTORANO. L. G.; SILVA. A. S. L.; VIANA. P. S.; DINIZ. M. C.; GALVÃO. A. T.; MORAES. J. R. S. C. Índices produtivos de abelhas nativas associados às condições ambientais em Arapiuns. Pará. *Agroecossistemas*. v. 9. n. 2. p. 204-222. 2017.

ROCHA. S. L. C.; MARTORANO. L. G.; SOUSA. A.; MELLO. K. K. S. Condições térmicas em viveiro com criação de pirarucu (*Arapaima gigas*) na comunidade Pixuna do Tapará. município de Santarém. Pará. In: SEMINÁRIO PIBIC EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. 22.. 2018.

SILVA. J. A. R.; ARAÚJO. A. A.; LOURENÇO JUNIOR. J. B.; SANTOS N. F. A.; GARCIA. A. R.; NAHÚM. B. S. Conforto térmico de búfalos em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 46. n. 10. p. 1364-1371. 2011.

SILVA. L. K. X.; MARTORANO. L. G.; SILVA. W. C.; GARCIA. A. R.; FERNANDES. G. B.; REIS. A. S. B.; GOMES. W. N.; CORREA. F. R. A.; SILVA. F. P.; BELDINI. T. P.; SERRUYA. F. J. D.; OLIVEIRA. C. M. C. Associated use of infrared thermography and ozone therapy for diagnosis and treatment of an inflammatory process in an equine: case report. *PUBVET – Medicina Veterinária e Zootecnia*. v. 14. 2020.

SILVA. L. K. X.; GARCIA. A. R.; MARTORANO. L. G.; FRANCO. I. M.; SILVA. A. O.; SOUSA. J. S.; BARROS. D. V.; FATURI. C. Scrotum surface infrared thermography associated with semen quality of buffaloes (*Bubalus bubalis*). In: EcoSummit 2016: Ecological Sustainability; Engineering Change. França. 2016.

SILVA. L. K. X.; MARTORANO. L. G.; SILVA. W. C.; REIS. A. B.; SILVA. F. P.; FERNANDES. G. B.; NEVES. K. A. L. Respostas fisiológicas associadas a variações térmicas diagnosticadas por termograma infravermelho em equinos submetidos a esforço físico intenso. *Agroecossistemas*. v. 10. n. 1. p. 265-279. 2018a.

SILVA. L. K. X.; SOUSA. J. S.; SILVA. A. O. A.; LOURENÇO JUNIOR. J. B.; FATURI. C.; MARTORANO. L. G.; FRANCO. I. M.; PANTOJA. M. H. A.; BARROS. D. V.; GARCIA. A. R. Testicular thermoregulation. scrotal surface temperature patterns and semen quality of water buffalo bulls reared in a tropical climate. *Andrologia*. v. 50. n. 2. e12836. 2018b.

SILVA. W. C.; MARTORANO. L. G.; SILVA. L. K.; ROCHA. S. L. C. Nuances na temperatura corporal de bezerros a partir de scanner com termografia infravermelho. In: SEMINÁRIO PIBIC EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. 22.. 2018.

SOUSA. M. A. P.; AMARAL JUNIOR. J. M.; LIMA. A. C. S.; NUNES. M. P. M.; ARAUJO. J. C.; MONTEIRO. S. N.; MARTORANO. L. G.; SILVA. A. G. M. Infrared thermography to estimate thermal comfort in meat sheep. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GASES DE EFEITO ESTUFA NA AGROPECUÁRIA. 2.. 2016.

References

KOTRBA. R.; KNÍŽKOVÁ. I.; KUNC. P.; BARTOS. L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*. v. 32. p. 355-359. 2007.

MALAMA. E.; BOLLWEIN. H.; TAITZOGLU. I. A.; THEODOSIOU. T.; BOSCO. C. M.; KIOSSIS. E. Chromatin integrity of ram spermatozoa. Relationships to annual fluctuations of scrotal surface temperature and temperature-humidity index. *Theriogenology*. v. 80. n. 5. p. 533-541. 2013.

MARAI. I. F. M.; HAEED. A. A. M. Buffalo's biological functions as affected by heat stress: a review. *Livest Science*. v. 127. p. 89-109. 2010.

McMANUS. C. A.; CANDICE. B.; TANURE. A.; PERIPOLLI. V. A.; SEIXAS. L. A.; FISCHER. V. B.; GABBI. A. M. C.; SILVIO. R. O.; MENEGASSI. B.; STUMPF. M. T. D.; KOLLING. G. J. B.; DIAS. E. B; COSTA JUNIOR. J. B. G. Infrared thermography in animal production: an overview. *Computers and Electronics in Agriculture*. v. 123. p. 10-16. 2016.

MEDEIROS. L. F. D.; VIEIRA. D. H.; OLIVEIRA. C. A.; SCHERER. P. O. Frequências respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*. v. 23. n. 5. p. 199-202. 2001.

MENEGASSI. S. R. O.; BARCELLOS. J. O. J.; DIAS. E. A.; KOETZ. J. R. C.; PEREIRA. G. R.; PERIPOLLI. V.; McMANUS. C.; CANOZZI. M. E. A.; LOPES. F. G. Scrotal infrared digital thermography as a predictor of seasonal effects on sperm traits in Braford bulls. *International Journal of Biometeorology*. v. 59. p. 357-364. 2015.

PERISSINOTTO. M.; MOURA. D. J.; MATARAZZO. S. V.; SILVA. I. J. O.; LIMA. K. A. O. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. *Engenharia Agrícola*. v. 26. n. 3. p. 663-671. 2006.

PILATO. G. C.; MARTORANO. L. G.; SILVA. L. K. X.; BELDINI. T. P.; NEVES. K. A. L. Padrões de alvos em sistema pecuário extensivo diagnosticados por termografia infravermelho no oeste do Pará. *Revista Agroecossistemas*. v. 10. n. 1. p. 55-72. 2018b.

PLESU. R.; TEODORIU. G.; TARANU. G. Infrared thermography applications for building investigation. *Constructii Architectura*. v. LVIII (LXII). n. 1. 2012.

ROBERTO. J. V.; SOUZA. B. B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. *Journal Animal Behavior Biometeorology*. v. 2. n. 3. p. 73-84. 2014.

SANTOS. L. S.; MARTORANO. L. G.; BATALHA. S. S.; PONTES. A. N.; SILVA. O. M.; WATRIN. O. S.; GUTIERREZ. C. B. B. Imagens orbitais e termografia infravermelho na avaliação da temperatura de superfície em diferentes usos e cobertura do solo na floresta nacional do Tapajós e seu entorno- PA. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v. 9. n. 4. p. 1234-1253. 2016a.

SANTOS. L. S.; MARTORANO. L. G.; BATALHA. S. S. A. Thermal index extracted from orbital sensor and thermographic camera in Tapajós national forest and its surrounding area. In: *EcoSummit 2016: Ecological Sustainability; Engineering Change*. França. 2016b.

SILVA. E. M. N.; SOUZA. B. B.; SOUSA. O. B.; SILVA. G. A.; FREITAS. M. M. S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. *Revista Caatinga*. v. 23. n. 2. p. 142-148. 2010.

SOUZA. B. B.; SOUZA. E. D.; CEZAR. M. F. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semiárido nordestino. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 32. n. 1. p. 275-280. 2008.

Estratégia de uso e conservação da biodiversidade para adaptação da agropecuária brasileira às mudanças do clima

References

DIAS. B. F. S. Biodiversidade. por que importa! *Cause Magazine*. Rio de Janeiro. v. 5. 2017. p. 94-100. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3994886/mod_resource/content/1/Dias_2017_Biodiversidade%20porque%20importa.pdf. Acesso em: 5 fev. 2020.

DIAS, B. F. S. Biodiversidade: uma propriedade única do Planeta Terra. In: KLABIN, I. 25+25 Sustentabilidade: o estado da arte. daRio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS); Andrea Jakobsson Estúdio Editorial. 2019. p. 164-177.

FAUSTO, C.; NEVES, E. G. Was there ever a Neolithic in the Neotropics? Plant familiarization and biodiversity in the Amazon. *Antiquity*. v. 92. n. 366. p. 1604-1618. Dec. 2018.

IPBES. Global Biodiversity Assessment on Biodiversity and Ecosystem Services. Germany: IPBES. 2019. Disponível em: <https://ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services>. Acesso em: 5 fev. 2020.

LIEBMAN, M.; SCHULTE, L. A. Enhancing agroecosystem performance and resilience through increased diversification of landscapes and cropping systems. *Elementa: Science of the Anthropocene*. v. 3. p. 1-8. Feb. 2015.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Millennium Assessment Reports. Washington, D.C.. 2005. Disponível em: <http://millenniumassessment.org/en/index.html>. Acesso em: 5 fev. 2020.

WILLIAMS, G. C. Sex and evolution: monographs in population biology. Princeton: Princeton University Press. 1975. v. 8.

Technological completion of native and exotic fruits for production systems in the Cerrado

Data Published in:

JUNQUEIRA, N. T. V.; CHAVES, R. C.; NASCIMENTO, A. C.; RAMOS, V. H. V.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, L. P. Efeito do óleo de soja no controle da antracnose e na conservação da manga cv. palmer em pós-colheita. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal. v. 26. n. 2. p. 222-225. 2004.

ZACARONI, A. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SUSSEL, A. A. B.; FREITAS, S. I.; JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V. Desempenho agrônomo de gravioleira (*Annona muricata* L.) sobre diferentes espécies de porta-enxertos. *Cadernos de Agroecologia*. v. 9. 2014.

Biodiversity for Nutrition and Food

Data Published in:

BFN BRASIL. Curso Online "Biodiversidade para Alimentação e Nutrição: Benefícios para a agricultura, saúde e modos de vida". Disponível em: <http://www.b4fn.org/pt/curso-online/>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Cadernos de boas práticas de extrativismo sustentável orgânico. Cadernos técnicos. 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/publicacoes/desenvolvimento-rural/category/200-extrativismo-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 6 fev. 2020.

Ecofisiologia de plantas nativas da Caatinga na Embrapa – Semiárido Referências

References:

MORGANTE, C. V.; CHAVES, A. R. de M.; MOTA, A. P. Z.; AIDAR, S. de T. Transcriptome analysis of the vegetative desiccation tolerance plant *Tripogonella spicata* (Nees) P. M. Peterson & Romasch. In: BRAZILIAN BIOTECHNOLOGY CONGRESS. 7.; BIOTECHNOLOGY IBERO-AMERICAN CONGRESS. 2.. 2018. Brasília, DF. Proceedings [...]. Brasília: SBBiotec. 2018.

REZENDE, L. F. C.; ARENQUE, B. C.; AIDAR, S. de T.; MOURA, M. S. B. de; RANDOW, C. V.; TOURIGNY, E.; MENEZES, R. S. C.; OMETTO, J. P. H. B. Is the maximum velocity of carboxylation (V_{cmax}) well adjusted for deciduous shrubs in DGVMs: a case study for the Caatinga Biome in Brazil. *Modeling Earth Systems and Environment*. v. 2. p. 42-47. Mar. 2016.

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAMPOS, C. O. Preservação da variabilidade genética e melhoramento do umbuzeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Cruz das Almas. v. 21. n. 2. p. 104-109. ago. 1999.

ARAUUCAMATE – Estudo da distribuição potencial da araucária e da erva-mate para programa de uso e conservação genética

Data Published in:

MARCONDES, V. M. S.; BOGNOLA, I. A.; SOARES, M. T. S. Definição de variáveis climáticas e edáficas relacionadas à ocorrência de araucária no Estado do Paraná. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS. 15.. 2016. Colombo. Anais [...]. Colombo: Embrapa Florestas. 2016. p. 65-66.

WREGE, M. S.; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; BOGNOLA, I. A.; SOUSA, V. A.; SOUSA, L. P. de; GOMES, J. B. V.; AGUIAR, A. V.; GOMES, G. C.; MATOS, M. de F. da S.; SCARANTE, A. G.; FERRER, R. Distribuição natural e habitat da araucária frente às mudanças climáticas globais. *Pesquisa Florestal Brasileira*. Colombo. v. 37. n. 91. p. 331-346. jun./set. 2017.

WREGE, M. S.; SOUSA, V. A.; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; AGUIAR, A. V. Predicting current and future geographical distribution of araucaria in Brazil for fundamental niche modeling. *Environment and Ecology Research*. v. 4. n. 5. p. 269-279. Oct. 2016.

Rede de pesquisa em polinização de frutíferas do Norte e Nordeste

Data Published in:

CAVALCANTE, M. C.; FREITAS, B. M.; MAUÉS, M. M. Polinização de algumas culturas agrícolas: polinização da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*). Petrolina: Embrapa Semiárido. 2012. v. 249. p. 58-68. (Documentos/Embrapa Semiárido. Online).

CAVALCANTE, M. C.; GALETTO, L.; MAUÉS, M. M.; PACHECO FILHO, A. J. S.; BOMFIM, I. G. A.; FREITAS, B. M. Nectar production dynamics and daily pattern of pollinator visits in Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) plantations in Central Amazon: implications for fruit production. *Apidologie*. v. 49. n. 4. p. 505-516. Aug. 2018.

MAUÉS, M. M. Economia e polinização: custos, ameaças e alternativas. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (org.). *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: Projeto Cultural. 2014. v. 1. p. 607-636.

MAUÉS, M. M.; CAVALCANTE, M. C.; SANTOS, A. C. S.; KRUG, C. Brazil nut in the Amazon. In: ROUBIK, D. W. (org.). *The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners*. Rome: FAO. 2018. v. 1. p. 220-225.

MAUÉS, M. M.; KRUG, C.; WADT, L. H. O.; DRUMOND, P. M.; SANTOS, N. A. S. A castanha-do-brasil: avanços no conhecimento das práticas amigáveis à polinização. Rio de Janeiro: Funbio. 2015.

Impact of climate change on pollinators of Brazilian agricultural crops

Data Published in:

GIANNINI, T. C.; CHAPMAN, D.; BIESMEIJER, J.; SARAIVA, A. M.; ALVES dos SANTOS, I. Improving species distribution

models using biotic interactions: a case study of parasites, pollinators and plants. *Ecography*. v. 36. p. 649-656. Nov. 2013a.

GIANNINI. T. C.; ACOSTA. A. L.; SILVA. C. I.; OLIVEIRA. P. E. A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L.; SARAIVA. A. M. Identifying the areas to preserve passion fruit pollination service in Brazilian tropical savannas under climate change. *Agriculture Ecosystems & Environment*. v. 171. p. 39-46. May 2013b.

GIANNINI. T. C.; BOFF. S.; CORDEIRO. G. D.; CARTOLANO. E. A.; VEIGA. A. K.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L.; SARAIVA. A. M. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie*. v. 46. n. 2. p. 209-223. Sep. 2015a.

GIANNINI. T. C.; CORDEIRO. G. D.; FREITAS. B. M.; SARAIVA. A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology*. v. 108. n. 3. p. 849-857. June 2015b.

GIANNINI. T. C.; TAMBOSI. L. R.; ACOSTA. A. L.; JAFFÉ. R.; SARAIVA. A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L.; METZGER. J. P. Safeguarding ecosystem services: a methodological framework to buffer the joint effect of habitat configuration and climate change. *PLoS ONE*. v. 10. n. 6. p. 1-48. June 2015c.

GIANNINI. T. C.; COSTA. W. F.; CORDEIRO. G. D.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L.; SARAIVA. A. M.; BIESMEIJER. J.; GARIBALDI. L. A. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. *PLoS ONE*. v. 12. n. 8. p. 1-13. Aug. 2017a.

GIANNINI. T. C.; MAIA-SILVA. C.; ACOSTA. A. L.; JAFFÉ. R.; CARVALHO. A. T.; MARTINS. C. F.; ZANELLA. F. C. V.; CARVALHO. C. A. L.; HRNCIR. M.; SARAIVA. A. M.; SIQUEIRA. J. O.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L. Protecting a managed bee pollinator against climate change: strategies for an area with extreme climatic conditions and socioeconomic vulnerability. *Apidologie*. v. 48. n. 6. p. 784-794. June 2017b.

Artigos submetidos (em revisão)

GIANNINI. T. C.; ALVES. D. A.; ALVES. R.; CORDEIRO. G. D.; CAMPBELL. A. J.; AWADE. M.; BENTO. J. M. S.; SARAIVA. A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L. Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. Submetido para *Apidologie*.

GIANNINI. T. C.; COSTA. W. F.; BORGES. R. C.; MIRANDA. L.; COSTA. C. P. W.; SARAIVA. A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L. Climate change in the Eastern Amazon: crop-pollinator and occurrence-restricted bees are potentially more affected. Submetido para *Regional Environmental Change*.

PAZ. F. S.; PINTO. C. E.; BRITO. R. M.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L.; GIANNINI. T. C. Which are the main pollinators of edible plant species in the Brazilian Amazon Forest? Submetido para *Neotropical Entomology*.

Divulgação científica

AGÊNCIA FAPESP. Estudo da Poli-USP mostra queda acentuada de polinização com impacto na agricultura. Agência Fapesp. São Paulo. 11 ago. 2017. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/estudo-da-poli-usp-mostra-queda-acentuada-de-polinizacao-com-impacto-na-agricultura/25866/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

BARROS. B. Mudanças no clima no país afetarão abelhas e polinização de culturas. *Revista Valor Econômico*. São Paulo. 09 ago. 2017. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/5073044/mudancas-no-clima-no-pais-afetarao-abelhas-e-polinizacao-de-culturas>. Acesso em: 10 fev. 2020.

BEER. R. Por que salvar as abelhas. *Revista Veja*. São Paulo. 19 fev. 2016. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/por-que-salvar-as-abelhas/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

GIANNINI. T. C.; CORDEIRO. G. D. Abelhas polinizadoras importantes para a agricultura brasileira. Mensagem Doce. São Paulo. v. 136. p. 21-24. maio 2016.

GIANNINI. T. C.; COSTA. W. F.; CORDEIRO. G. D.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L.; SARAIVA. A. M. Efeito das mudanças climáticas sobre os polinizadores de algumas culturas agrícolas no Brasil. Mensagem Doce. São Paulo. n. 143. p. 1-4. set. 2017.

GIANNINI. T. C.; SILVA. C. M.; ACOSTA. A. L.; RIBBI. R. J.; MARTINS. C. F.; ZANELLA. F. C. V.; CARVALHO. C. A. L.; HRNCIR. M.; SARAIVA. A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L. Proteção da abelha jandaíra no Nordeste Brasileiro considerando-se as mudanças climáticas. Mensagem Doce. São Paulo. n. 143. p. 1-4. set. 2017.

GIANNINI. T. C. Cenários de impacto das mudanças climáticas sobre algumas abelhas polinizadoras no Brasil. Mensagem Doce. São Paulo. p. 16-18. set. 2016.

GIANNINI. T. C. O valor econômico do serviço de polinização em alguns cultivos brasileiros. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS – A.B.E.L.H.A. (org.). Agricultura e polinizadores. São Paulo: A.B.E.L.H.A.. 2015. p. 44-53. Disponível em: <https://www.abelha.org.br/publicacoes/ebooks/Agricultura-e-Polinizacao.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

REVISTA HORIZONTE GEOGRÁFICO. A importância dos polinizadores na agricultura – mais abelhas, mais alimentos. Edição especial. São Paulo: Audio Chromo. 2016. Disponível em: <http://www.edhorizonte.com.br/wp-content/uploads/2017/05/A-import%C3%A2ncia-dos-polinizadores-na-agricultura.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

WATANABE. F. Em 90% do Brasil, mudanças no clima reduzirão abelhas e afetarão alimentos. Folha de São Paulo. São Paulo. 9 ago. 2017. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2017/08/1908471-em-90-do-brasil-mudancas-no-clima-reduzirao-abelhas-e-afetarao-alimentos.shtml>. Acesso em: 10 fev. 2020.

Selection of bacteria promoting plant growth for traditional food crops in the semi-arid environment

Data Published in:

NASCIMENTO. R. D. E. C. Eficiência de bactérias diazotróficas para a cultura o milho em diferentes condições edafo-climáticas. 2018. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas. 2018.

References:

MARINHO. R. C. N.; FERREIRA. L. V. M.; SILVA. A. F. da; MARTINS. L. M. V.; NÓBREGA. R. S. A.; FERNANDES-JÚNIOR. P. I. Symbiotic and agronomic efficiency of new cowpea rhizobia from Brazilian semi-arid. Bragantia. v. 76. 2017.

SANTOS. J. W. M.; SILVA. J. F.; FERREIRA. T. D. S.; DIAS. M. A. M.; FRAIZ. A. C. R.; ESCOBAR. I. E. C.; SANTOS. R. C.; LIMA. L. M.; MORGANTE. C. V.; FERNANDES-JÚNIOR. P. I. Molecular and symbiotic characterization of peanut bradyrhizobia from the semi-arid region of Brazil. Applied Soil Ecology. v. 121. p. 177-184. 2017.

SIZENANDO. C. I. T.; RAMOS. J. P. C.; FERNANDES-JUNIOR. P. I.; LIMA. L. M. de; FREIRE. R. M. M.; SANTOS. R. C. dos. Agronomic efficiency of Bradyrhizobium in peanut under different environments in Brazilian Northeast. African Journal of Agricultural Research. v. 11. p. 3482-3487. 2016.

The Plants for the Future Initiative: native species of the Brazilian flora of current or potential economic value

References

CORADIN. L.; CAMILLO. J.; PAREYN. F. G. C. (ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Região Nordeste. Brasília: MMA. 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Building on gender, agrobiodiversity and local knowledge: a training manual. Rome. Italy: FAO. 2005. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/007/y5609e/y5609e01.htm>. Acesso em: 18 set. 2019.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. The international treaty on plant genetic resources for food and agriculture: equity and food for all. Rome. Italy: FAO. 2008. Disponível em: <http://www.fao.org/plant-treaty/en/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

KUNKEL. G. Plants for human consumption: an annotated checklist of the edible phanerogams and ferns. Germany: Koenigstein Koeltz Scientific Books. 1984.

MITTERMEIER. R. A.; ROBLES-GIL. P.; MITTERMEIER. C. G. Megadiversity. Earth's biologically wealthiest nations. Mexico City: CEMEX. Agrupación Sierra Madre. 1997.

MYERS. N. The primary source: tropical forests and our future. New York: W. W. Norton and Company. 1984.

PRESCOTT-ALLEN. R.; PRESCOTT-ALLEN. C. How many plants feed the world? *Conservation Biology*. v. 4. n. 4. p. 365-374. Dec. 1990.

RAPOPORT. E. H.; DRAUSAL. B. S. Edible plants. In: S. LEVIN (ed.). *Encyclopedia of biodiversity*. New York: Academic Press. 2001. p. 375-382.

SOLBRIG. O. T. Biodiversity: an introduction. In: SOLBRIG. O. T.; EMDEN. H. M. van; OORDT. P. G. W. J. van (eds.). *Biodiversity and global change*. Monograph nº 8. Paris: International Union of Biological Sciences. 1992. p. 13-20.

WILSON. E. O. The current state of biological diversity. In: WILSON. E. O. (ed.). *Biodiversity*. Washington. D.C.: National Academy Press. 1988. p. 3-18.

Sustainable and intensive multifunctional agroecosystem designs

Data Published in:

FREITAS. M. do S. C. de; SOUTO. J. S.; GONÇALVES. M.; ALMEIDA. L. E. da S.; SALVIANO. A. M.; GIONGO. V. Decomposition and nutrient release of cover crops in mango cultivation in Brazilian Semi-Arid region. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 43. p. 1-21. 2019.

GIONGO. V.; CUNHA. T. J. F.; MENDES. A. M. S.; GAVA. C. A. T. Carbono no sistema solo-planta no Semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Recife. v. 4. n. 6. p. 1233-1253. 2011.

GIONGO. V.; GONDIM. R. S.; SALVIANO. A. M.; PEREIRA FILHO. A.; VEZZANI. F. M. Estratégias para uma agricultura de baixa emissão de carbono no cultivo de meloeiro. In: FIGUEIREDO. M. C. B. de; GONDIM. R. S.; ARAGÃO. F. A. S. de (ed.). *Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica*. Brasília. DF: Embrapa. 2017. cap. 1. p. 213-230.

GIONGO. V.; MENDES. A. M. S.; SANTANA. M. da S.; COSTA. N. D.; YURI. J. E. Soil management systems for sustainable melon cropping in the Submedian of the São Francisco Valley. *Revista Caatinga*. Mossoró. v. 29. n. 3. p. 537-547. July/Sept. 2016.

GIONGO. V.; SALVIANO. A. M.; ANGELOTTI. F.; TAURA. T. A.; LEITE. L. F. C.; CUNHA. T. J. F. Low carbon technologies for agriculture in dryland: brazilian experience. In: RAO. C. S.; SHANKER. A. K.; SHANKER. C. (ed.). *Climate resilient agriculture: strategies and perspectives*. Rijeka. Croatia: InTech. 2018. cap. 6. p. 105-127.

PEREIRA FILHO. A.; TEIXEIRA FILHO. J.; SALVIANO. A. M.; YURI. J. E.; GIONGO. V. Nutrient cycling in multifunctional agroecosystems with the use of plant cocktail as cover crop and green manure in the semi-arid. *African Journal of Agricultural Research*. v. 14. n. 5. p. 241-251. 2019.

SANTOS. T. de L.; NUNES. A. B. A.; GIONGO. V.; BARROS. V. da S.; FIGUEIREDO. M. C. B. de. Cleaner fruit production with green manure: the case of Brazilian melons. *Journal of Cleaner Production*. v. 181. p. 260-270. 2018.

Butiazais Route: connecting people for the conservation and sustainable use of biodiversity

Data Published in:

MARCHI. M. M.; BARBIERI. R. L.; MUJICA. J. S.; COSTA. F. A da. Flora herbácea e subarbustiva associada a um ecossistema de butiazal no bioma Pampa. *Rodriguésia*. Rio de Janeiro. v. 69. n. 2. p. 553-560. out. 2018.

RIVAS. M.; BARBIERI. R. L. Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável de butiá. *Pelotas: Embrapa Clima Temperado*. 2014.

RIVAS. M.; FILIPPINI. J. M.; CUNHA. H.; HERNÁNDEZ. J.; RESNICHENKO. Y.; BARBIERI. R. L. Palm forest landscape in Castillos (Rocha. Uruguay): contributions to the design of a conservation area. *Open Journal of Forestry*. v. 7. p. 97-120. Mar. 2017.

SOSINSKI JÚNIOR. E. E.; HAGEMANN. A.; DUTRA. F.; MISTURA. C.; COSTA. F. A.; BARBIERI. R. L. Manejo conservativo: bases para a sustentabilidade dos butiazais. *Pelotas: Embrapa Clima Temperado*. 2015. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 230).

SOSINSKI JÚNIOR. E. E.; URRUTH. L. M.; BARBIERI. R. L.; MARCHI. M. M.; MARTENS. S. G. On the ecological recognition of Butia palm groves as integral ecosystems: why do we need to widen the legal protection and the in situ/on-farm conservation approaches? *Land Use Policy*. v. 81. p. 124-130. Feb. 2019.

